

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научно-инновационной  
работе ФГБОУ ВПО «Алтайский  
государственный технический

университет им. И.И. Ползунова»

д.т.н. профессор

А.А. Максименко

«20» ноября 2014 г.



### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию «Тонкоструйная плазменная резка биметаллических композиций», представленную Рахимяновым Андреем Харисовичем на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07. – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

#### Актуальность темы

Представленная на рассмотрение диссертационная работа посвящена вопросам расширения технологических возможностей тонкоструйной плазменной резки при обработке биметаллических композиций, представляющих собой соединение разнородных материалов. В настоящее время в различных отраслях производства (машиностроении, авиастроении, автомобильной промышленности, атомном, химическом, нефтегазовом производстве и т.д.) существует интерес к композиционным материалам, рост которого в будущем очевиден. Развитие современного производства предполагает разработку и внедрение перспективных технологий на всех этапах производственного цикла изготовления продукции, в том числе и на заготовительной стадии. Рассматриваемые в диссертационной работе современные технологии раскроя листовых материалов – лазерная и тонкоструйная плазменная резки, обладающие высокими показателями точности и качества реза, позволяют исключить в последующей механической обработке обдирочные операции по

удалению излишнего припуска и дефектов термической резки. Несмотря на широкое использование этих технологий для раскроя металлических материалов, вопрос обработки биметаллических композиций, выполненных из разнородных материалов, остается не решенным.

В связи с вышеуказанным, исследование тонкоструйной плазменной резки как технологического метода раскроя биметаллических композиций является своевременной и актуальной задачей в повышении эффективности современного производства. Тема диссертационной работы Рахимянова Андрея Харисовича представляет как практический, так и научный интерес.

Актуальность и новизна темы диссертационной работы несомненны, т.к. подтверждаются существующими потребностями современного производства.

### **Основные научные результаты и их значимость для науки и производства**

К **основным научным результатам** диссертационной работы следует отнести следующие положения:

1. Обоснованы условия осуществления тонкоструйной плазменной резки биметаллических композиций, состоящих из разнородных материалов, в части выбора технологической схемы, назначения режимных параметров и установления лобовой стороны для раскроя.

2. Установлены закономерности формирования канала реза при тонкоструйной плазменной резке биметаллических композиций, состоящих из разнородных материалов.

О теоретической и практической значимости исследований свидетельствуют следующие результаты:

1. Выявлены особенности формирования канала реза при тонкоструйной плазменной резке биметаллических соединений из разнородных материалов с учетом их теплофизических свойств и выбора лобовой поверхности реза, что позволяет управлять характеристиками точности, качества и производительности обработки.

2. Разработаны рекомендации по выбору технологических схем, определены режимные параметры тонкоструйной плазменной резки биметаллических композиций «низкоуглеродистая сталь Ст3 + нержавеющая сталь 12Х18Н10Т», «низкоуглеродистая сталь Ст3 + алюминий А5М», «низкоуглеродистая сталь Ст3 + медь М1».

3. Установлена взаимосвязь точности, качества реза и гратообразования с режимными параметрами обработки для различных технологических схем плазменного раскроя как модельных материалов, так и их биметаллических композиций.

4. Полученные в работе результаты используются в деятельности учебно-научно-производственной лаборатории «Лазерные и плазменные технологии» в ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный технический университет» по оказанию услуг по раскрою листовых металлических материалов для промышленных предприятий региона.

5. Научные результаты диссертации используются в учебном процессе подготовки магистров по направлению 15.04.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» в ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный технический университет».

Результаты диссертационной работы апробированы на научно-практических и научно-технических конференциях российского и международного уровня, а также использованы в хозяйственной деятельности, объем которой за 5 лет превысил 2,5 млн. рублей.

Содержание работы достаточно полно отражено в 11 научных публикациях, в том числе в 3 статьях в изданиях из перечня рецензируемых научных журналов для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.

Текст диссертации оформлен стилистически грамотно и в соответствии с требованиями. Автореферат соответствует содержанию диссертации и в достаточной мере его раскрывает. Содержание автореферата отражает структуру, научные результаты и выводы диссертации.

**Достоверность результатов работы** подтверждается соответствием и непротиворечием полученных результатов фундаментальным положениям технологии машиностроения, теории электрофизических методов обработки, материаловедения и обеспечивается использованием современного аналитического оборудования.

### **Рекомендации по расширенному использованию результатов и выводов диссертационной работы**

Совокупность полученных в диссертационной работе результатов позволила сформулировать обобщенные технологические рекомендации по раскрою биметаллических композиций с использованием тонкоструйной плазменной резки:

1. Набор приемлемых технологических схем по раскрою конкретной биметаллической композиции из существующей композиции должен определяться классами материалов, представленных в композиции.

2. Назначение режимных параметров (вид плазмообразующего и завихряющего газов, их давление и расход, токовый режим, ориентировочный диапазон скоростей обработки) следует осуществлять исходя из толщины пакета биметаллической композиции.

3. При наличии в выборе нескольких технологических схем, что является характерным для обработки в диапазоне малых и средних толщин реза, предпочтение следует отдать схеме с наименьшим значением токового режима, обеспечивающей формирование наименьшей ширины реза, а следовательно, реализующей наилучшие условия для удаления продуктов расплава, обеспечивая благоприятную морфологию поверхности реза и минимизируя графообразование на его кромках.

4. Если в биметаллической композиции имеет место преобладание одного из материалов по толщине, то выбор технологической схемы должен быть ориентирован на этот материал и раскрой композиции необходимо проводить с его стороны.

5. При сопоставимости толщин материалов, составляющих биметаллическую композицию, технологическая схема раскроя должна соответствовать материалу с наименьшей кинематической вязкостью расплава и наименьшей склонностью к образованию тугоплавких химических соединений элементов расплава с газовой средой в канале реза.

6. При выборе лобовой стороны раскроя биметаллической композиции необходимо иметь в виду то, что материал с повышенной вязкостью расплава должен находиться в нижней части пакета.

7. Для биметаллических композиций материалов, обладающих существенной разницей в температурах плавления характерно расширение канала реза, если материал с минимальной температурой плавления находится в нижней части пакета.

8. Выбор в качестве лобовой стороны материала с высокой теплопроводностью приведет к формированию реза со значительным отклонением от перпендикулярности на его участке. Смена лобовой стороны позволит повысить точность реза на участке материала с высокой теплопроводностью, но возможно осаждение на нем элементов расплава с верхнего участка.

9. При назначении режимных параметров раскроя биметаллической композиции с материалом с высокой теплопроводностью в верхней части пакета скорость раскроя следует назначать ближе к нижней границе рекомендованного диапазона. В противном случае возникает опасность непрореза пакета на всю толщину.

10. Для исключения образования дефектов на поверхности реза и графообразования на его нижних кромках при раскрое биметаллических композиций, в состав которых входят материалы, склонные к образованию нитридов и оксидов в процессе резки, следует выбирать технологические схемы с инертными газами в качестве плазмообразующих и завихряющих.

11. Для эффективного удаления продуктов расплава из канала реза для обработки композиций, составляющими которой являются материалы с повышенной кинематической вязкостью, следует рекомендовать технологию

ские схемы с максимальными значениями давлений и расходов плазмообразующего и завихряющего газов.

12. Улучшение газодинамических потоков в канале реза возможно при дальнейшем совершенствовании, как конструкции элементов плазмотрона, так и при создании новых технологических схем (введение дополнительного обдува).

Технологические схемы и режимные параметры раскроя как модельных материалов – низкоуглеродистой стали Ст3, нержавеющей стали 12Х18Н10Т, алюминия А5М, меди М1 и их биметаллических композиций, установленные в исследованиях при оптимизации процесса обработки по критериям точности и качества реза, графообразования могут использоваться как нормативная база при разработке технологических процессов.

Результаты, полученные в диссертационной работе Рахимянова Андрея Харисовича, следует довести до сведения научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций Российской Федерации, предприятий различных отраслей промышленности: авиационной промышленности, судостроения, машиностроения, вагоностроения, автомобилестроения (Филиал ОАО «Компания «Сухой» «НАЗ им. В.П. Чкалова» г. Новосибирск, ОАО «Новосибирский авиаремонтный завод» г. Новосибирск, ОАО «Сиблитмаш» г. Новосибирск, ОАО «Алтайвагон» Новоалтайск, Алтайский край, ОАО «15 ЦАРЗ» г. Новосибирск, ООО «Техмонтажсистем» г. Тверь, ЗАО «Сварочное и вентиляционное оборудование» г. Санкт-Петербург, ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта» г. Санкт-Петербург) для повышения эффективности разработки технологических процессов тонкоструйного плазменного раскроя листовых металлических материалов и их композиций.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В аналитическом обзоре, представленном в 1 главе диссертации, не рассматривается струйная гидравлическая обработка как перспективный метод раскроя листовых материалов с высокой точностью и качеством реза.

2. В диссертационной работе не дана оценка напряженно-деформированного состояния материала в зоне реза, хотя известно, что высококонцентрированные тепловые воздействия при обработке сопровождаются образованием остаточных напряжений.

3. В результатах исследований отсутствуют сведения о влиянии тонкоструйной плазменной резки на прочность сварного соединения в композиции.

4. В качестве объекта для тонкоструйной плазменной резки в работе служили биметаллические композиции толщиной 5-6 мм. Можно ли считать, что полученные в диссертации результаты будут справедливыми при раскрое биметаллических композиций в диапазоне больших толщин?

Указанные замечания не затрагивают основных результатов, положений и выводов, которые вынесены на защиту и не снижают научную и практическую значимость результатов диссертации. Часть замечаний можно рассматривать как рекомендации в дальнейших исследованиях по теме диссертационной работы.

### **Заключение**

Диссертация Рахимянова Андрея Харисовича является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему. В диссертации изложены научно обоснованные результаты экспериментальных исследований по обработке биметаллических композиций, что позволяет расширить технологические возможности современного метода раскроя листовых материалов – тонкоструйной плазменной резки. Это в свою очередь повысит эффективность заготовительного производства при обработке данного класса материалов. Полученные результаты достоверны и достаточны для обоснования рекомендаций и выводов по работе. Автореферат и публикации отражают основные положения диссертации и дают представление о выполненной работе.

По актуальности, новизне полученных результатов, научному уровню и практической значимости диссертационная работа отвечает требованиям По-

ложения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Рахимьянов Андрей Харисович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

**Отзыв подготовил**

доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры  
«Технология машиностроения»  
ФГБОУ ВПО «Алтайский  
государственный технический  
университет им. И.И. Ползунова»  
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46  
E-mail: sergey\_and\_nady@mail.ru,  
тел. +7 (3852) 29-08-94

Леонов  
Сергей Леонидович

Отзыв рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» 19.11.2014 г., протокол № 4.

Зам. зав. кафедрой  
к.т.н., доцент

А.В. Балашов

Ученый секретарь  
к.т.н., доцент

И.С. Буканова

поступил в совет 04.12.2014

С отзывом ознакомлен

04.12.2014

Рахимьянов А.К.





Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Алтайский государственный  
технический университет  
им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ)**  
пр-т Ленина, 46, г. Барнаул, 656038  
Телефон: (3852) 29-07-10  
Факс: (3852) 36-78-64  
E-mail: altgtu@list.ru ;  
ntsc@desert.secna.ru

28.10.2014 № 58-2644  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Г \_\_\_\_\_ Г

Председателю диссертационного совета  
Д 212.173.07  
д.т.н., проф. Рахимянову Х.М.

630073, г. Новосибирск, Пр. К. Маркса, д. 20  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Новосибирский государственный техниче-  
ский университет»

Уважаемый Харис Магсуманович!

Сообщаю Вам, что наш университет готов выступить ведущей организацией по диссертации Рахимянова Андрея Харисовича на тему «Тонкоструйная плазменная резка биметаллических композиций» представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Список публикаций сотрудников АлтГТУ им. И.И. Ползунова по теме оппонируемой диссертации:

1. Radchenko, M.V. Using electron beam technologies for welding, hardening and surfacing in diesel engineering [Text] M.V Radchenko, V.G. Radchenko, Yu.O Shevtsov, K.S Krovyakov// Welding International, 2008.- V. 22.- № 2.- P. 118-121.

2. Радченко, М.В. Комплексная диагностика сверхзвуковых газовых струй в процессе газопорошковой наплавки износостойких покрытий [Текст] /М.В.Радченко, В.С.Киселев, Ю.О.Шевцов, С.Г.Уварова, Т.Б.Радченко, В.Г.Радченко// Сварка и диагностика, 2011.- №1.- С. 54-58.

3. Радченко, М.В. Практика использования концентрированных потоков энергии для сварки и создания защитных покрытий [Текст]/Уварова С.Г., Шевцов Ю.О., Радченко В.Г., Марков В.А. // Ползуновский вестник, 2012.- № 1/1.- С. 248-254.

4. В.А. Федоров, Е.Ю. Татаркин, М.Н. Сейдуров. Обеспечение качества поверхности покрытий деталей машин, нанесённых плазменным напылением. Журнал «Ползуновский вестник», Барнаул, №1/1, 2012, С. 296-300.

5. Berdychenko, A. A. Evolution of titanium structure the zone of the joint formed by explosive welding [Text] / A. A. Berdychenko, L. B. Pervukhin, O. L. Pervukhina. – Metal Science and Heat Treatment. – 2009. – Т. 51. № 9–10. – s. 476–481.

6. Pervukhina, O. L. Features of explosion welding of titanium to steel in a shielding atmosphere [Text] / O. L. Pervukhina, L. B. Pervukhin, A. A. Berdychenko, L. D. Dobrushin, V.G. Petushkov, Yu. I. Fadeenko. - Paton Welding Journal. – 2009 – no. 11. – s. 18–22.

7. Первухина, О. Л. Особенности сварки стали с титаном в защитной атмосфере [Текст] / О. Л. Первухина, Л. Б. Первухин, А. А. Бердыченко и др. – Автоматическая сварка. – 2009. – № 11. – с. 22–26.
8. Бердыченко, А. А. Процессы, происходящие во время образования сварного соединения при сварке взрывом [Текст] / А. А. Бердыченко – Ползуновский вестник. 2009. № 4. – С. 211–215. ИФ 0,157.
9. Бердыченко, А. А. Дефекты, возникающие при плакировании крупногабаритных листов стали титаном, причины их возникновения и пути устранения [Текст] / А. А. Бердыченко, Л. Б. Первухин, О. Л. Первухина. – Ползуновский вестник. 2009. № 4. – С. 216–219. ИФ 0,157.
10. Полетаев, Г. М. Молекулярно-динамическое исследование механизмов пластической деформации вблизи межфазной границы в двумерных биметаллических системах [Текст] / Г. М. Полетаев, Л. М. Кобзарь, А. Н. Мартынов, А. А. Бердыченко, М. Д. Старостенков. – Перспективные материалы. – 2011. № 2. – С. 409–414. ИФ 0,302.
11. Бердыченко, А. А. Плакирование крупногабаритных листов титана медью [Текст] / А. А. Бердыченко, Г. А. Вольферц, Л. Б. Первухин. – Ползуновский вестник. – 2012. – № 1-1. – С. 41–45. ИФ 0,157.
12. Мозговой, Н. И. Проектирование технологии изготовления отверстий для условий автоматизированного производства деталей из композиционных материалов [Текст] / Н. И. Мозговой, А. М. Марков, М. В. Доц // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. – 2010. – № 3. – С. 14–16. ИФ 0,220.
13. Доц, М. В. Проектирование технологических операций обработки композиционных материалов на основе искусственных нейронных сетей [Текст] / М. В. Доц, Е. Б. Бондарь, А. М. Марков, В. Б. Маркин // Ползуновский вестник. – 2012. – № 1-1. – С. 81–84. ИФ 0,157.

Ректор



А.А. Ситников