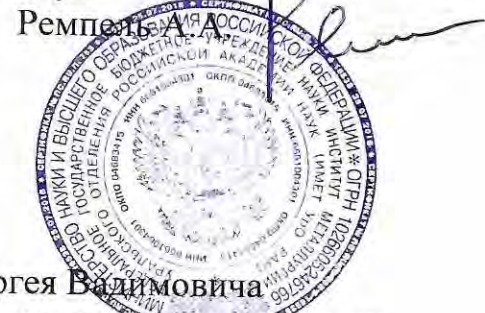


«Утверждаю»

Директор Института металлургии УрО РАН  
Академик РАН, профессор,  
доктор физ. – мат. наук

«2» 11 2023 г.



## ОТЗЫВ

ведущей организации  
на диссертационную работу Анахова Сергея Вадимовича  
«Методика проектирования электродугового инструмента для повышения  
эффективности его применения в технологиях плазменной обработки  
материалов», представленной на соискание  
ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.5  
«Технология и оборудование механической и физико-технической  
обработки»

### Актуальность темы.

Диссертация в значительной её части посвящена актуальной теме – созданию новых конструкторских разработок с целью решения проблемы импортозамещения на рынке технологий плазменно-дуговой резки металлов. В настоящее время на рынке преобладают образцы зарубежной техники от фирм Kjellberg, HyperTherm, MesserGreiasheim и т.д., которые по ряду параметров превосходят отечественные образцы. К таким параметрам можно отнести качество и скорость резки, степень автоматизации, дизайн и т.д. Небольшое количество появившихся за последнее время патентных решений в этой сфере, к сожалению, не находят практического воплощения и внедрения, являясь, зачастую, также недостаточно обоснованными с теоретической точки зрения. С учетом данных проблем, важным результатом представленной работы является снижение имеющегося в настоящее время теоретического и практического отставания в сфере проектирования и внедрения новых конструктивных решений в сфере плазменных технологий, а также повышение их импортозамещающего потенциала. В этом отношении следует упомянуть разработку не имеющих отечественных аналогов плазмотронов, работающих по технологии «узкоструйной плазмы», количественные показатели которых по производительности, энергоэффективности, качеству и безопасности существенно превосходят большинство отечественных и не уступают лучшим импортным образцам. Актуальными являются также предлагаемые автором решения по повышению безопасности и экологичности применения плазменных технологий, а также представленные обоснования по расширению сферы применения «чистой» плазменной резки при производстве сварных соединений.

ИФМ СО РАН	
« 02 НОЯ 2023	201 г.
Вх. № 02 11 23/7	
ИНДЕКС _____	

Автором работы в значительной мере реализована поставленная задача по разработке методики проектирования плазмотронов с высокими показателями эффективности, качества и безопасности работы, применение которых возможно для решения широкого круга вопросов в машиностроительных и экологических технологиях. Выводы работы основываются на базе большого числа полученных автором лично результатов, а также на результатах системного анализа современных научных и технологических достижений других исследователей в рассматриваемой сфере.

Актуальность работы подтверждается большим количеством программ государственной грантовой поддержки, реализованных под руководством автора работы (РНФ, РФФИ, ФСИ, Фонда Сколково, Госзаданий и АВЦП Минобрнауки).

### **Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций.**

Научная новизна работы обосновывается достаточно большим числом представленных решений, результатов и выводов, среди которых можно отметить создание методики автоматизированного проектирования плазменного инструмента по газодинамическим и теплофизическим критериям, основанной на развитии принципов и методов газодинамического анализа физических процессов в газовоздушном тракте плазмотронов с различными схемами газового распределения, а также разработке новых критериев оценки эффективности газовихревой стабилизации плазменной дуги (струи). Применение данной методики позволило существенно повысить производительность, качество и экономичность резки металлов за счет применением электродугового плазменного инструмента. С технической точки зрения следует отметить разработку и обоснование эффективности новых конструктивных решений для вихревых систем газодинамической стабилизации плазмотронов; включая способ газовихревой стабилизации и экранирования плазменной дуги за счет вторичного газового потока (технология «узкоструйной плазмы»). Существенной теоретической новизной является разработка моделей генерации шумоизлучения в звуковой и ультразвуковой части акустического спектра и методов проектирования сопловых узлов плазмотронов в целях снижения общего уровня шума и вероятности появления тональных шумов в акустическом спектре плазмотрона. В рамках решения актуальной задачи обезвреживания супертоксикантов (газообразных продуктов термической утилизации отходов – диоксида и его прекурсоров, азота и его соединений) также получены научные результаты, имеющие признаки новизны – установлены температурно-временные критерии эффективности в условиях высокотемпературного плазменного нагрева; получены и обоснованы конструктивных решения для плазменного инсинератора с газовихревыми

системами смешения плазмообразующего и обезвреживаемого газа и системой закалки утилизируемого газа.

### **Практическая значимость работы.**

В обоснование значимости представленных в работе практических результатов следует отметить разработку, изготовление, испытание и внедрение импортозамещающих конструкций одно- и двухпоточных плазмотронов для прецизионной («точной») резки металлов малых и средних толщин, в том числе, работающих по технологии узкоструйной плазмы. Для данной технологии помимо повышения производительности, качества и уровня безопасности выявлен и существенный экономический эффект, по сравнению с другими видами (механической, лазерной, газовой и т.д.) резки. Кроме того, разработаны сопловые узлы плазмотронов, существенно повышающие уровень их акустической безопасности, а также конструкции электродугового плазмотрона-инсинератора для обезвреживания токсичных газов, внедрение которого на стадии дожигания отходящих газов в технологиях термической переработки отходов позволяет существенно повысить их экономичность и эффективность. Существенным практическим результатом следует признать и обоснование способа подготовки заготовок под сварку без предварительного механического удаления слоя металла кромки реза за счет применения ряда модернизированных отечественных плазмотронов, позволяющего существенно повысить конкурентоспособность плазменной резки в технологиях производства сварных соединений.

Новизна конструкций плазмотронов защищена авторскими свидетельствами и патентами, практическая значимость подтверждена актами внедрения в ООО НПО «Полигон», Синарском и Волжском трубных заводах, ФГАОУ ВО РГППУ.

### **Достоверность результатов.**

Полученные в работе результаты не противоречат известным научным сведениям, выполнены с применением современных методов исследований, а их достоверность подтверждена на многочисленных научных отечественных и международных конференциях, где докладывались и обсуждались различные аспекты диссертационных исследований. Достоверность результатов подтверждается внедрением разработанной методики проектирования для производства плазмотронов, а также самих плазмотронов в технологии производства трубного проката на Волжском и Синарском трубных заводах, а также их представлением на выставках в качестве инновационной продукции Фонда Сколково.

### **Вопросы и замечания по работе.**

1. В диссертации на Рис. 4.1 – Плазмотрон для обезвреживания опасных отходов: где а – конструктивная схема, б – опытная модель. Практически не видна опытная модель (б). Видно, лишь светлое пятно на темном фоне. Не

указано какова мощность заявленного плазмотрона, прямой или косвенный принцип работы данного типа плазмотрона.

2. При 4-стороннем вводе утилизируемого газа, не "захлебнется" ли от переизбытка плазмотрон? Как определяют температуру плазмы? Как контролируют - полноту утилизацию отходов?

3. Почему исследование проведено только на одной марке стали 09Г2С. Хотя в 2-х местах диссертации упоминается Ст3 (сс. 263 и 288). Распределение легирующих элементов и углерода в ЗТВ и др. свойства могут быть разными для различных марок сталей.

### **Заключение.**

Указанные замечания не умаляют общей положительной оценки диссертационной работы, которая выполнена на высоком научном уровне, а также содержит результаты, имеющие научную и практическую ценность для разработки и применения технологий и оборудования механической и физико-технической обработки материалов.

Результаты выполнения диссертации широко представлены в многочисленных работах, в том числе: 4-х монографиях, 40 статьях в журналах из списка ВАК, включая 19 статей в журналах списка Scopus, 12 статей в журналах списка Scopus и WoS. По результатам работы получено 5 патентов РФ, из которых 4 на изобретение и 1 на полезную модель, и 2 свидетельства о госрегистрации программ для ЭВМ.

Представленная работа соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемых к докторским диссертациям, а её автор Анахов Сергей Вадимович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Диссертационная работа рассмотрена и одобрена на научном семинаре Отдела материаловедения ИМЕТ УрО РАН от 18.08.2023.

Руководитель Отдела материаловедения, д.ф-м.н

/Гельчинский Б.Р./

Подпись Б.Р. Гельчинского  
заверю уполномоченного



Котенков Е.В.