

**ОТЗЫВ**  
на автореферат диссертации  
**Дуброва Александра Владимировича**  
«Оптическая диагностика течения расплава металла в технологии  
резки с использованием СО<sub>2</sub>-лазера», представленной на соискание  
ученой степени кандидата физико-математических наук по  
специальности 05.27.03 - «квантовая электроника».

Качество лазерной резки материалов зависит от большого количества физических параметров, главными из которых являются свойства материала, характеристики излучения, скорость резки и параметры вспомогательного газа. Несмотря на имеющиеся успехи в применении лазеров для резки металлов, до сих пор недостаточно исследованы процессы удаления расплава из разреза и образование шероховатости. Регистрация процессов в натурных условиях ограничена из-за непрозрачности стенок реза, наличия высокой температуры и отраженного излучения.

Диссертация А.В. Дуброва, которая посвящена разработке оптического метода диагностики процессов, сопровождающих лазерную резку металлов, в этой связи, является актуальной и имеющей практическое значение.

Предлагаемый метод основан на измерении яркостной температуры поверхности фронта реза, по которой удается проследить перемещение температурных неоднородностей, связанных, по мнению автора, с образованием волн на поверхности стекающей пленки расплава. Для регистрации температуры используется многоканальный пирометр, а для определения характеристик течения расплава – совокупность методов обработки данных: корреляционный, спектральный и статистический.

В качестве апробации метода для практических условий были получены экспериментальные данные по зависимости скорости перемещения температурных неоднородностей на поверхности расплава и длины возникающих гидродинамических волн от исходных параметров лазерной резки. Показано, что при определенных условиях могут устанавливаться квазистационарные режимы течения расплава.

Представляет интерес оценка параметров течения расплава, увлекаемого газом вдоль фронта реза, проведенная на основе аналитической модели.

Достоверность полученных в ходе исследования результатов подтверждается согласованием данных экспериментов с теоретическими оценками, а также воспроизводимостью результатов при варьировании параметров.

Материалы, представляемые к защите, опубликованы в печатных работах в рецензируемых научных журналах и прошли хорошую апробацию на международных и всероссийских конференциях.

Вопросы и замечания по автореферату.

1. Приведенные результаты касаются только лазерной резки низкоуглеродистой стали с кислородом, где обычно используются относительно низкие давления газа, которые формируют дозвуковые

течения в канале реза, и порождают невысокие скорости течения расплава. Насколько применима предложенная методика к регистрации быстропротекающих процессов, характерных, например, для лазерной резки нержавеющей стали с нейтральным газом?

2. В автореферате не представлена, используемая в главе 4 гидродинамическая модель течения пленки расплава, без которой трудно объяснить расхождения экспериментальных и расчетных данных на рис. 9.
  3. Не соблюдается требуемая в тексте последовательность ссылок на рисунки, ссылка на рис. 9 идет сразу же после ссылки на рис. 7.

Указанные замечания не снижают достоинства работы. Материал, изложенный в автореферате, дает основание утверждать, что докторская работа А.В. Дуброва является оригинальным исследованием, выполненным на высоком научном уровне, обладает научной новизной и практической значимостью результатов. По актуальности темы, новизне, достоверности полученных результатов и выводов, их теоретической и практической значимости докторская работа соответствует Положению ВАК о присуждении ученых степеней, а ее автор, Дубров Александр Владимирович, заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.27.03 - квантовая электроника.

Заведующий лабораторией Физики плазменно-дуговых и лазерных процессов ИТПМ СО РАН, д.ф.-м.н., профессор

Подпись О.Б. Ковалева заверяю: Зав. канцелярии  
О. М. Краснадеев

