

ОТЗЫВ

официального оппонента д.ф.-м.н. А.Б. Фрейдина
о диссертационной работе Абашкина Евгения Евгеньевича
«Комбинированное тепловое воздействие в качестве средства получения сварного
соединения с повышенными прочностными свойствами»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 01.02.04 — Механика деформируемого твёрдого тела

В диссертации Е.Е. Абашкина исследуется и обосновывается технология получения прочных неразъемных соединений элементов, изготовленных из углеродистых сталей, в операциях автоматической дуговой сварки под слоем флюса (АДФ) с применением порошковой проволоки с алюмотермитным наполнителем. Одной из главных целей является получение прочного соединения. В свою очередь, прочность определяется материалами, используемыми в соединении, и тепловым режимом получения соединения, с которым связаны остаточные напряжения.

Работа имеет очевидные материаловедческую и технологическую составляющие, непосредственно связанные со сваркой. Исследуется влияние параметров предварительной подготовки алюмотермитной смеси, определяется состав наполнителя порошковой проволоки, определяются режимы теплового воздействия, обеспечивающие равномерное заполнение сварочной ванны и нужные показатели формируемого шва.

Вместе с тем работа имеет и отчетливую механическую составляющую, связанную с анализом напряженно-деформированного состояния, формирующегося в результате тепловых воздействий в процессе создания сварного соединения. Даны постановки задач термомеханики, вытекающие из проблем, связанных с технологией получения соединений. В результате для разных режимов определены остаточные напряжения, которыми в значительной степени определяется прочность соединения. Эти результаты позволили обосновать возможность создания прочных неразъемных соединений предлагаемым способом.

Вышеперечисленные особенности работы делают несомненными ее **актуальность и практическую значимость. Научная новизна**, в частности, связана с теоретическими предсказанными и экспериментально установленными режимами

теплового воздействия, формирующего минимальный уровень остаточных напряжений при повышении прочности шва и околошовной зоны. О новизне результатов работы также свидетельствует полученный автором патент «Порошковые проволоки».

Структурно диссертационная работа организована следующим образом. Помимо введения и заключения, диссертация содержит четыре главы. Список литературы содержит 139 наименований. Приложения содержат копии дипломов, акта промышленного опробования сварного соединения, патента на порошковую проволоку. Общий объем рукописи – 164 страницы в формате машинописного текста.

Во **введении** обосновывается актуальность и новизна работы и формулируются положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена состоянию вопроса и формулировке задач работы.

Вторая глава – методическая. Важна с точки зрения развиваемой технологии создания соединений и последующих механических исследований. Включает описание как известных методик экспериментальных исследований, так и развиваемых методов оценки температурных напряжений. Деформации определялись рентгеноструктурным методом. Твердость после специальной подготовки поверхности определялась по методу Роквелла. Способность к пластическому деформированию исследовалась с помощью тестовой машины

Третья глава посвящена особенностям формирования напряженно-деформированного состояния в соединении. Обсуждается влияние состава исходных компонентов порошковой алюмотермитной смеси на величину остаточных напряжений. Дается постановка температурной задачи. Специфика процесса учитывается заданием функции источника/стока тепла. Находятся распределения температуры, реализующиеся при остывании в разные моменты времени. Ставится и решается задача упруго-пластического деформирования в условиях изменяющейся температуры, причем влияние температуры учитывается через закон Дюамеля-Неймана и постулируемые температурные зависимости модулей упругости и предела текучести. Модель описывает первоначальное упругое деформирование, затем рост области пластических деформаций, разгрузку и повторное пластическое де-

формирование и, как результат, позволяет вычислить остаточные напряжения. Адекватность модели подтверждается экспериментальными исследованиями.

В четвертой главе обсуждается роль режимов теплового воздействия на формирование характеристик зоны термического влияния неразъемного соединения.

В заключении сформулированы основные результаты, к которым можно отнести следующие:

- Выявлены перспективные режимы теплового воздействия при получении неразъемных соединений в АДФ процессе порошковой проволокой с разработанным алюмотермитным наполнителем.
- Разработана и апробирована методика расчета остаточных напряжений в зоне соединения. Учтены температурные напряжения и пластические деформации. Исследовано, как параметры материала и технологического процесса соединения влияют на остаточные напряжения.
- Найдены мощность дуги и скорость перемещения электрода, позволяющие увеличить прочность и предел текучести.

Таким образом, работу отличает органичное сочетание технологического «сварочного» и механического направлений, что является достоинством работы, так как размывание границ между различными областями знаний является одной из доминирующих тенденций современной науки. Полученные результаты и сформулированные выводы представляются обоснованными и достоверными.

По работе имеются замечания.

1. Замечания по представлению результатов работы. Автореферат в части введения содержит повторы, например, касающиеся остаточных напряжений (стр. 5). Есть стилистические огрехи. Например, «остаточные напряжения, размеры которых сравнимы с размерами всего тела» (с.45). Замечены сразу две опечатки в формуле (3.2) на стр. 74, «Дюамеля-Нейманы» на стр. 81
2. На Рис. 4.5 показана зависимость предела прочности от мощности дуги и скорости перемещения электрода. Не ясно, как определялся – рассчитывался предел прочности. Такой же вопрос может быть задан о зависимости предела текучести на Рис. 4.6.

Замечания не снижают положительную оценку диссертационной работы. Результаты апробированы на конференциях и семинарах и опубликованы, в том числе в шести научных журналах из списка ВАК, а также подтверждены патентом. Диссертационная работа Е.Е. Абашкина «Комбинированное тепловое воздействие в качестве средства получения сварного соединения с повышенными прочностными свойствами», отвечает всем требованиям «Положения о присуждении научных степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года и предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Абашкина Евгений Евгеньевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Заведующий лабораторией математических
методов механики материалов Института
проблем машиноведения РАН,
доктор физико-математических наук
по специальности 01.02.04 – механика
деформируемого твердого тела,
старший научный сотрудник,

Фрейдин Александр Борисович

Тел.: +7 921 349-7849 (моб)

E-mail: alexander.freidin@gmail.com

Институт проблем машиноведения РАН,
Большой пр. 61, В.О., 199178 Санкт-Петербург

30.04.2019