


«Утверждаю»

**Проректор по научной работе
Воронежского государственного
технического университета
д.т.н., профессор**

Дроздов И.Г.

« 22 »  2019 г.

Отзыв

ведущей организации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет» о диссертации Абашкина Евгения Евгеньевича «Комбинированное тепловое воздействие в качестве средства получения сварного соединения с повышенными прочностными свойствами», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела

Актуальность диссертационной работы

Автоматическая электродуговая сварка под слоем флюса (АДФ) в ряде случаев обладает неоспоримыми преимуществами перед иными способами. С целью получения более качественных соединений используется непрерывный электрод в виде порошковой проволоки, наполнение которой подбирается таким способом, чтобы оно, в силу своих функциональных свойств, служило задаваемым требованиям по качеству сварного соединения. В настоящее время данное направление в теории и практике сварки интенсивно развивается. В обсуждаемой диссертационной работе сердечник непрерывного электрода предлагается наделить еще одним свойством: служить дополнительным источником тепловой энергии за счет экзотермической реакции восстановления железа. Предполагается, что таким способом появится возможность уменьшить количество проходов при заполнении сварочной ванны, отказаться от иногда затратных операций подготовки поверхностей соединяемых элементов и др. В таком случае возникает ряд вопросов, связанных с качеством соединения, ответы на которые можно получить только в результате исследования как процесса соединения, так и его результата. Именно этому посвящено исследование соискателя, составившее предмет его диссертации. Таким образом, актуальность выбранного направления исследований сомнений не вызывает.

Анализ содержания диссертации

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав основного текста, заключения, списка использованных литературных источников и приложения; размещена на 164 страницах, содержит 61 рисунок, 6 таблиц, 139 наименований литературных источников и 4 приложения.

Во введении обоснована актуальность работы, ее научное и практическое значение, сформулированы цель и задачи исследований, основные научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассмотрены вопросы повышения качества неразъемных соединений, приведены варианты использования средства математического моделирования для прогно-

зирования прочностных и деформационных свойств сборки. Представлены практические аспекты применения технологий восстановления металлов из отходов металлургических и машиностроительных предприятий посредством алюмотермии. Отмечены эффективность и возможности использования процесса в аспекте комплексной переработки металлоотходов, в том числе при сварке металлоконструкций, а также сложности прогнозирования результатов путем математического моделирования при использовании процесса в промышленных условиях, связанные с отсутствием систематизированных данных о комбинированном тепловом воздействии на формирование металла шва, структуры и свойств зоны термического влияния. Использование методов численного моделирования, по мнению автора, позволит повысить эффективность изучения процессов, протекающих в объеме материала при тепловом воздействии на него, связанном с твердотельными фазовыми изменениями, приводящими к необратимым деформациям. Отмечается также, что методы математического моделирования являются наиболее актуальным и востребованным инструментом для аргументированных предположений о развитии технологических процессов и прогнозирования их результатов.

Во второй главе представлены основные методики исследований, определяемые поставленными задачами и применяемыми материалами. Рассмотрена последовательность экспериментов, приведены объекты исследований и основные этапы достижения поставленной цели и решения сформулированных задач. Для получения достоверных результатов в ходе практической части эксперимента использовано высокоточное аналитическое оборудование, что является несомненным преимуществом работы. Рассмотрены теоретические и экспериментальные методы определения остаточных напряжений зоны термического влияния, использованные в исследовании. Подробно описаны методы регистрации геометрии неразъемного соединения, физико-механических свойств, химического состава и структуры неразъемного соединения.

В третьей главе определено влияние технологических факторов, а именно состава исходных компонентов порошкового наполнителя и коэффициента упаковки, возможность формирования неразъемного соединения. Результаты моделирования процессов деформирования, проходящих в зоне термического влияния, приводятся в сравнении с результатами экспериментальных исследований остаточных напряжений, возникающих в неразъемном соединении пластин, выполненных из материалов СтЗсп и стали 45.

В ходе математического моделирования развития температурных напряжений определена возможность прогнозирования средствами численных расчетов по соотношениям модели итоговых механических свойств металла зоны термического влияния, уровня и распределения остаточных напряжений в нем. Отмечено значительное влияние теплоизоляционных свойств флюса и шлака экзотермической реакции на конечные значения упругих модулей, пределов текучести, уровня остаточных напряжений. Расчетный уровень остаточных напряжений снижается за счет учета вязкопластических свойств металла при его пластическом течении, особенно в областях повторного пластического течения. На возрастание итогового значения предела текучести существенно влияет упрочнение металла при его пластическом течении. Сопоставимость экспериментальных значений с теоретическими пределами отклонений подтверждает работоспособность расчетной математической модели, а упрощение рассмотренной модели в предположении, что пластическое течение идеально или отток тепла от пластины по ее ширине постоянный, представляется невозможным.

В четвертой главе автор представляет результаты практической серии экспериментов, направленных на исследование влияния режимов комбинированного теплового воздействия на формирование физико-механических свойств и структуры неразъемных соединений, по-

лученных новым методом при АДФ. В результате экспериментов автор определяет особенности воздействия режимов на формирование характеристик зоны термического влияния неразъемного соединения элементов из углеродистой стали обыкновенного качества и трудно свариваемой качественной углеродистой стали.

Общие выводы по результатам диссертации

Теоретическая значимость результатов диссертации состоит в том, что посредством созданной математической модели упругопластического деформирования за счет интенсивного нагрева основного металла при заполнении сварочной ванны установлены термомеханические свойства процесса, определяющие итоговый результат соединения. Оказалось, что необходимо учитывать в математической модели теплоизоляционные свойства не только флюса, но и шлака, образовавшегося при алюмотермитном восстановлении железа, упрочнение при пластическом течении и вязкое сопротивление обратному пластическому течению. Теоретическое прогнозирование нашло подтверждение в результатах последующих тщательных инструментальных измерений итогового предела текучести, уровня и его распределения в металле околошовной зоны. Несмотря на увеличение в размерах зоны термического влияния за счет дополнительного тепла экзотермической реакции, уровень остаточных напряжений оказался существенно ниже по сравнению с традиционным соединением в режиме АДФ.

Практическая значимость результатов диссертации заключается в том, что предложен новый способ соединения стальных (СтЗсп и сталь 45) элементов с помощью использования в АДФ непрерывного электрода в форме порошковой проволоки с алюмотермитным наполнителем. Для диссертации по механике деформируемого твердого тела важно, что именно тщательными опытами над подготовленными образцами и необходимыми инструментами измерениями установлена и обоснована применимость предложенного способа и предложены соответствующие режимы. Полученные автором результаты могут использоваться как проектными организациями, так и непосредственно при производстве сварочных работ на практике.

Научная новизна результатов диссертации безусловна и диктуется именно предлагаемым способом сварки. Отсюда новые предложения по химическому и гранулометрическому составу наполнителя порошковой проволоки, новые выводы по механическим, химическим и структурным параметрам металла шва и околошовной зоны, следующих при изучаемом способе соединений.

Достоверность результатов диссертационной работы определяется опытными исследованиями на высокоточном современном научном оборудовании, рекомендованными методиками таких испытаний и измерений. Математическое моделирование основано на классических подходах механики деформируемого твердого тела, численные расчеты опираются на выверенные процедуры конечно-разностного анализа.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем ученой степени. По материалам диссертационной работы опубликовано 18 печатных работ, в том числе 5, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ, 1 работа проиндексирована в Web of Science, 1 патент РФ. Основные результаты исследований, представленных в диссертации, доложены и обсуждены на международных, всероссийских и региональных научно-технических конференциях и семинарах.

По тексту диссертации можно сделать следующие замечания:

1. В работе встречается сокращение «АДФ», но нет расшифровки этого обозначения.

2. Имеются опечатки в нумерации рисунков на стр. 91, 133-137, что затрудняет чтение текста. В подписи к рис.1.2 указаны позиции 1-6, а на самом рисунке они не показаны и в тексте не описаны.

3. Не описано, как получены зависимости предела прочности при растяжении и предела текучести, приведенные на рис. 4.5 и 4.6.

3. Не понятно, из каких соображений выбирались значения ψ , ψ^* , и γ постоянных в распределении отведения тепла от пластины при остывании.

4. В обзорной главе на стр. 21 и 27 приводится перечень имен отечественных и зарубежных ученых без ссылок на их труды.

5. Из 139 наименований процитированных источников только 15 выполнено зарубежными авторами, при этом большинство приведенных работ опубликовано в 90е годы. Автору следовало бы более тщательно сделать обзор современных зарубежных авторов по проблематике диссертационной работы.

Указанные замечания не снижают научную и практическую значимость диссертационной работы.

Заключение

Таким образом, диссертация «Комбинированное тепловое воздействие в качестве средства получения сварного соединения с повышенными прочностными свойствами» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой представлено новое решение актуальной задачи повышения эксплуатационной прочности при обеспечении низких значений остаточных деформаций в зоне термического влияния неразъёмного соединения металлоконструкции, которые достигаются благодаря комбинированному тепловому воздействию на зону стыка протяженных элементов, выполненных из углеродистых сталей на агрегате АДФ порошковой проволокой с алюмотермитным наполнителем.

Содержание диссертации соответствует п.1 «Законы деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе природных, искусственных и вновь создаваемых», п.6 «Теория накопления повреждений, механика разрушения твердых тел и критерии прочности при сложных режимах нагружения» и п.9 «Экспериментальные методы исследования процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях» области исследования паспорта специальности 01.02.04 «механика деформируемого твердого тела».

Диссертационная работа Абашкина Евгения Евгеньевича соответствует всем требованиям, установленным п.14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., и предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела.

Отзыв рассмотрен и обсужден на семинаре научного центра по фундаментальным исследованиям в области естественных и строительных наук 19 апреля 2019 г., протокол № 6.

Руководитель научного центра по фундаментальным исследованиям в области естественных и строительных наук ВГТУ, доктор физико-математических наук (научная специальность 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела), профессор
e-mail: mvs@vgasu.vrn.ru, тел.: 4732-714220

Шитикова Марина Вячеславовна