

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

диссертационного совета Д 003.035.02 при ИТПМ СО РАН

о диссертационной работе Чинахова Дмитрия Анатольевича

«Развитие теоретических и технологических основ динамического воздействия струи активного защитного газа на процессы в зоне сварки плавящимся электродом»,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

Диссертация Чинахова Дмитрия Анатольевича «Развитие теоретических и технологических основ динамического воздействия струи активного защитного газа на процессы в зоне сварки плавящимся электродом», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук, посвящена экспериментальному и теоретическому исследованию газодинамического воздействия струи активного защитного газа на процессы в зоне сварки плавящимся электродом.

В диссертации решались следующие задачи:

1. Сформировать новые знания о степени влияния динамического воздействия струи активного защитного газа на процессы сварки плавящимся электродом в среде защитных газов.
2. Провести численные оценки динамического воздействия струи CO_2 на характеристики тепломассопереноса электродного металла в сварочную ванну.
3. Определить степень влияния параметров динамического воздействия струи активного защитного газа на кинетику плавления электрода и гидродинамические процессы в сварочной ванне, химический состав и геометрию металла шва.
4. Провести количественную оценку распределения температурных полей в пластине при автоматической сварке плавлением в среде CO_2 при двухструйной газовой защите.
5. Исследовать основные закономерности формирования структуры и свойств неразъемных соединений в зависимости от технологических параметров сварки плавящимся электродом с двухструйной газовой защитой, обеспечивающих стабильность высоких эксплуатационных свойств неразъемных соединений.

Наиболее существенные научные результаты диссертации состоят в следующем:

1. Сформулированы принципы управления газодинамическим воздействием струи активного защитного газа процессами, протекающими в зоне сварки, и свойствами соединений при сварке в условиях двухструйной газовой защиты.

2. Определено влияние параметров газовой защиты на кинетику формирования и эксплуатационные свойства неразъемных соединений при сварке плавящимся электродом с двухструйной газовой защитой.
3. Теоретически и экспериментально доказано, что управление динамикой потока защитного газа является перспективным направлением совершенствования технологий сварки плавящимся электродом.
4. Разработана методика расчета силы газодинамического воздействия струи активного защитного газа на каплю электродного металла при механизированной сварке плавящимся электродом. Установлено, что при двухструйной газовой защите, по сравнению с одноструйной, на выходе из сопла скорость истечения газа в 3,5 раза больше, а сила действия защитного газа на каплю больше в 12 раз (в заданных условиях).
5. Показано, что применение двухструйной газовой защиты приводит к увеличению силы действия струи активного защитного газа на каплю электродного металла, которая способствует увеличению частоты и стабильности переноса капель. Частота переноса капель при двухструйной защите по сравнению с традиционной возрастает в среднем в 1,6 раза, при этом наблюдается уменьшение размера капель и повышение качества неразъемного соединения.
6. Предложена методика прогнозирования содержания марганца в капле электродного металла и металле шва при сварке плавящимся электродом в среде CO_2 в зависимости от скорости истечения защитного газа, содержания марганца в электродной проволоке и основном металле. Установлена убывающая линейная зависимость содержания марганца в металле шва от скорости истечения защитного газа. Разработанная методика позволяет выполнить расчет содержания марганца в металле шва при сварке плавящимся электродом в среде CO_2 конструкционных сталей в щелевую разделку с погрешностью не более 10 %.
7. Теоретически и экспериментально установлены закономерности влияния скорости истечения активного защитного газа на газо- и гидродинамику процессов в зоне дугового разряда и сварочной ванне при сварке плавящимся электродом.
8. Предложена модель газодинамического воздействия струи защитного газа на динамику жидкого металла сварочной ванны при сварке плавящимся электродом с двухструйной газовой защитой в среде CO_2 . Описана физическая природа взаимодействия струи газа с поверхностью сварочной ванны и причины изменения глубины проплавления.
9. Разработана методика обработки экспериментальных данных распределения температурных полей, полученных с помощью тепловизионной аппаратуры под углом к поверхности изделия, отличной от нормали.
10. Разработана методика расчета распространения температурных полей на поверхности изделия при автоматической сварке плавящимся электродом пластин за один проход в

условиях двухструйной газовой защиты, которая позволяет определить термический цикл точки и скорость охлаждения на поверхности свариваемых пластин с погрешностью не более 10 %.

11. Теоретически и экспериментально доказано, что управление параметрами струи защитного газа при сварке плавящимся электродом является дополнительным инструментарием управления стабильностью тепломассопереноса и характера протекания металлургических процессов в зоне дугового разряда, обеспечивающим стабильное структурно-фазовое состояние шва и стабильные механические свойства неразъемных соединений.

12. Экспериментально доказано положительное влияние двухструйной газовой защиты на химический состав, микроструктуру и свойства сварных соединений из склонных к закалке сталей. Установлено, что разработанный способ сварки плавящимся электродом многослойных соединений из легированных сталей с щелевой разделкой в условиях двухструйной газовой защиты стационарной дугой обеспечивает уменьшение химической и структурной неоднородности, измельчение структуры металла шва, плавный переход от наплавленного металла к основному, эксплуатационную надежность и равнопрочность сварных соединений.

13. Сформулированы общие зависимости содержания марганца и кремния в металле шва от управляемых параметров режима сварки плавящимся электродом в активном защитном газе.

14. Разработаны рациональные технологические рекомендации для сварки легированных сталей с щелевой разделкой кромок, обеспечивающие надежное сплавление кромок с наименьшим тепловложением. Разработанный способ сварки легированных сталей в щелевую разделку перспективен для применения в машиностроении, судостроении, оборонной промышленности, для ремонта и строительства трубопроводов.

Результаты, представленные в диссертационной работе Чинахова Д.А., использовались на ОАО «Сибметаллургомонтаж» (г. Юрга), ОАО «Сургутнефтегаз» (г. Сургут) при производстве сварных металлоконструкций из склонных к закалке сталей. Результаты диссертационного исследования используются в учебном процессе и научно-исследовательской работе студентов специальности «Оборудование и технология сварочного производства» в Юргинском технологическом институте Национального исследовательского Томского политехнического университета в течении нескольких лет.

Рассмотрев содержание диссертации и автореферата, комиссия пришла к выводу, что тема диссертации, а также ее содержание, соответствуют научной специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

По теме диссертации опубликованы 175 печатных работ, из них 24 в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных высшей аттестационной комиссией, 19 в

журналах, индексируемых базой данных Scopus, 3 монографии, 1 патент на изобретение, 4 свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ. В данных публикациях в должной мере отражены основные научные результаты работы. Результаты диссертационного исследования докладывались на 11 всероссийских и 35 международных конференциях. Представленные соискателем ученой степени материалы диссертации в полной мере опубликованы в отечественных и зарубежных рецензируемых изданиях, требования к публикациям, предусмотренные пунктами 11, 13 «Положения о присуждении ученых степеней» соблюдены.

Все представленные в работе результаты получены при участии автора. Автору принадлежат:

- результаты комплексных теоретических и экспериментальных исследований, разработки новых технологических способов сварки плавящимся электродом в условиях струйной газовой защиты,
- результаты анализа влияния параметров газовой защиты на стабильность и кинетику формирования неразъемных соединений из склонных к закалке сталей при сварке плавящимся электродом с двухструйной газовой защитой и их эксплуатационные свойства,
- методика расчета силы газодинамического воздействия струи защитного газа на каплю электродного металла при механизированной сварке плавящимся электродом,
- методические рекомендации по выбору способа газовой защиты и режимов сварки, позволяющие спрогнозировать количество марганца в металле сварного шва как одного из основных легирующих компонентов, переходящих из электродной проволоки в металл шва,
- методика прогнозирования содержания марганца в капле электродного металла и металле шва при сварке плавящимся электродом в зависимости от скорости истечения защитного газа CO_2 и содержания марганца в электродной проволоке,
- экспериментальное и теоретическое доказательство влияния скорости истечения защитного газа на стабильность переноса капель электродного металла, газо- и гидродинамику процессов в зоне дугового разряда и сварочной ванне при сварке плавящимся электродом с двухструйной газовой защитой,
- разработка методики расчета распределения тепла при автоматической сварке пластин за один проход на основе анализа результатов экспериментальных и теоретических исследований термических циклов при сварке плавлением в CO_2 ,
- результаты анализа положительного влияния параметров двухструйной газовой защиты при сварке плавящимся электродом на химсостав, микроструктуру и свойства сварных соединений из сталей, склонных к закалке,

- разработка корреляционной взаимосвязи эксплуатационных свойств сварных соединений и химического состава металла шва с технологическими параметрами режима сварки плавящимся электродом с двухструйной газовой защитой.

Материалы других авторов, использованные в диссертации Чинахова Д.А., во всех случаях содержат ссылку на источник и удовлетворяют требованиям пункта 14 «Положения о присуждении ученых степеней». Комиссия не обнаружила в диссертации научных работ, выполненных соискателем в соавторстве, на которые бы не были даны ссылки на соавторов.

Экспертная комиссия рекомендует принять к защите диссертационную работу Чинахова Д.А «Развитие теоретических и технологических основ динамического воздействия струи активного защитного газа на процессы в зоне сварки плавящимся электродом» по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Председатель комиссии:

профессор, д.ф.-м.н.

Ковалев О.Б.

Члены комиссии:

профессор, д.ф.-м.н.

Оришич А.М.

профессор, д.ф.-м.н.

Косарев В.Ф.