

М 133641

НА ДОМ
НЕ ВЫДАЕТСЯ

Министерство высшего и среднего специального
образования СССР

МОСКОВСКОЕ
ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО
ЗНАМЕНИ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧИЛИЩЕ
им. Н. Э. БАУМАНА

Инж. В. И. Митин

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА, РАЗРАБОТКА
ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ В CO_2
ЭЛЕКТРОДОМ ПОВЫШЕННОГО ДИАМЕТРА
АВТОМОБИЛЬНЫХ И ТРАКТОРНЫХ КОЛЕС

(05.167. «Машины и технология сварочного
производства»)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

В В Е Д Е Н И Е

Директивами XXIV съезде КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971-1975 годы намечено увеличить выпуск грузовых автомобилей в 1,5 раза, тракторов - в 1,25 раза и сельскохозяйственных машин - в 1,65 раза, что требует резкого увеличения производства колес - одного из наиболее массовых и ответственных узлов этих машин.

При изготовлении колес значительный объем составляют сборочно-сварочные работы. В настоящее время на заводах сборка - сварка колес наиболее массовых типов осуществляется преимущественно в поточно-механизированных линиях, в которых пока еще в больших объемах применяется ручной труд. Сварка колес является одной из наиболее ответственных технологических операций. Качество сварочных работ определяет надежность работы машин во время эксплуатации, а от производительности сварки зависит производительность выпуска колес. Поэтому изучение возможностей повышения производительности сварки и уровня механизации и автоматизации при изготовлении колес является весьма актуальной задачей, решению которой и посвящена данная работа.

НИОПИИ им. Н. Э. Баумана



1133641

Митин В. И. Исследование г



Г л а в а I

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ-СВАРКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ И ТРАКТОРНЫХ КОЛЕС

Металлическая основа колес наиболее массовых типов грузовых автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных машин и прицепов состоит из двух деталей — обода и диска, соединяемых дуговой сваркой. Для изготовления деталей колес используется листовой и профильный прокат из углеродистых конструкционных сталей общего назначения (сталь марки Ст.3, 15, 15кп, МСт.3 и др.). Соединение спицевых дисков с ободами колес производится односторонними или двухсторонними швами по длине спиц, а сплошных дисков с ободами — сплошными кольцевыми швами.

Выпуск наиболее массовых типов колес составляет от 300 тыс. до 5 млн. и более штук в год. При таких программах выпуска сборку-сварку колес целесообразно организовывать в комплексно-механизированных и автоматических линиях с применением высокопроизводительных способов сварки. При этом необходимо в 1,5-3 раза повысить производительность операции сварки колес и механизировать и автоматизировать вспомогательные операции. Решение этих задач встречает определенные трудности. Экспериментальная проверка показала, что используемые при изготовлении колес способы автоматической сварки под слоем флюса и тонкой проволокой в углекислом газе имеют ограниченные возможности для повышения производительности выпуска колес, так как при увеличении скорости сварки выше достигнутого в настоящее время уровня формирования швов и их качество резко ухудшаются и не соответствуют предъявляемым требованиям.

Выполненный анализ применяемых для деталей колес материалов и конструкций сварных соединений позволил прийти к выводу о целесооб-

разности использования для формирования швов при сварке колес значительной доли основного металла. Из работ А.И. Акулова, Н.М. Новожилова, А.Г. Потапьевского и др. исследователей видно, что при одинаковой плотности тока и других параметрах режима сварки в углекислом газе глубина проплавления и доля проплавленного основного металла в формировании швов больше, а форма шва лучше при использовании проволоки большего диаметра. При одинаковой глубине проплавления сварка электродной проволокой большего диаметра позволяет получить и более высокие скорости сварки. Поэтому для решения поставленных задач было предложено использовать при изготовлении колес грузовых автомобилей и тракторов автоматическую сварку в углекислом газе электродной проволокой повышенного диаметра (3-5 мм) на форсированных режимах. Поскольку в литературе имеются ограниченные данные по сварке в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм, необходимо было исследовать возможности и особенности этого способа сварки для эффективного использования в колесном производстве.

В данной работе было изучено влияние основных параметров режима сварки на производительность расплавления электродного и основного металла и размеры швов; исследованы металлургические особенности и определены тепловые характеристики процесса сварки; проведена оценка технологических возможностей автоматической сварки колес основных типов и проверена эксплуатационная надежность сварных соединений колес. На основании проведенных исследований разработаны и внедрены в производство технология автоматической сварки колес в углекислом газе проволокой повышенного диаметра (3-5 мм), специальные сверочные автоматы и автоматические линии сборки-сварки.

Глава II

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА СВАРКИ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА, ФОРМУ И РАЗМЕРЫ ШВОВ

В работе исследовалось влияние диаметра электрода, сварочного тока, напряжения дуги, вылета электрода, скорости и пространственного положения сварки на производительность процесса, форму и размеры швов. Исследования проводились в диапазоне $I_{св} = 600 - 1500$ а, $U_{св} = 24 - 50$ в, $L_{св} = 15 - 75$ мм, $V_{св} = 20 - 200$ м/ч, угол наклона электрода (от вертикали) при сварке "углом вперед" или "углом назад"

$\alpha = 0 - 45^\circ$, угол наклона плоскости сварки (от горизонтали) при сварке "на спуск" или "на подъем" $\varphi = 0 - 15^\circ$. Производительность расплавления электродного и основного металла оценивалась по известным методикам при наплавке заливок на образцы из малоуглеродистой стали. Наплавку производили на токе обратной полярности от двух сварочных выпрямителей ИПП-1000П, включенных на параллельную работу. Для сварки использовали электродную проволоку марки Св-08Г2С диаметром 3 и 5 мм. Защита зоны сварки осуществлялась пищевым углекислым газом через боковой газопровод.

Проведенные исследования показали, что при сварке в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм производительность расплавления электродной проволоки и наплавки возрастает с увеличением тока и вылета электрода и уменьшается с увеличением напряжения дуги и скорости сварки. При одинаковом токе и других параметрах режима сварки коэффициенты расплавления и наплавки выше у проволоки меньшего диаметра, однако проволока большего диаметра позволяет применить большую величину тока и по этим коэффициентам. Применение больших значений сварочного тока или значительных по величине вылетов электрода

при сварке проволокой диаметром 3-5 мм позволяет получить такие же значения коэффициентов расплавления и наплавки, как при сварке проволокой диаметром 1-2 мм на обычно рекомендуемых режимах. Потери электродного металла на угар и разбрызгивание при сварке в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм на оптимальных режимах составляют 3-12%, т.е. не превышают потерь при сварке тонкой электродной проволокой. При сварке проволокой диаметром 3-5 мм производительность расплавления электродного металла в углекислом газе выше, чем при сварке под слоем флюса на аналогичных режимах.

Площадь расплавления основного металла, а следовательно и производительность его расплавления, при сварке в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм возрастает с увеличением сварочного тока и напряжения дуги и уменьшается с увеличением вылета электрода и скорости сварки. С увеличением сварочного тока глубина проплавления основного металла возрастает, так как при этом возрастает количество тепла, выделенного в активных пятнах дуги, а вытеснение жидкого металла из-под основания дуги идет более интенсивно вследствие увеличения давления дуги. С увеличением диаметра электрода при неизменном токе давление дуги уменьшается, в связи с чем уменьшается и глубина проплавления.

При неизменной величине сварочного тока и скорости сварки повышение напряжения дуги, увеличивая длину дуги и ее подвижность, увеличивает ширину шва. Увеличение ширины шва при уменьшении расплавления электродной проволоки приводит к снижению высоты усиления. Глубина проплавления вначале при увеличении напряжения дуги до 30в возрастает, а затем при увеличении напряжения дуги более 30в снижается, что объясняется различными условиями ввода тепла дуги в основной металл при сварке заглубленной и поверхностной (незаглубленной) дугой.

Изменение вылета электрода при сварке в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм оказывает заметное влияние на основные размеры швов. С увеличением вылета электрода возрастает количество расплавленного электродного металла и толщина прослойки жидкого металла под дугой, что ухудшает условия ввода тепла дуги в основной металл. В результате этого резко уменьшается ширина проплавления и возрастает высота усиления швов. Глубина проплавления основного металла в исследованном диапазоне вылетов электрода изменяется незначительно.

При увеличении скорости сварки основные размеры швов уменьшаются. При этом глубина проплавления больше, а при одинаковой глубине проплавления скорость сварки в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм выше, чем при сварке под флюсом на аналогичных режимах или тонкой проволокой в углекислом газе на обычно рекомендуемых режимах.

При сварке в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм на исследованных режимах изменение угла наклона электрода "вперед" или "назад" практически не оказывает влияния на основные размеры швов, что объясняется одинаковыми, не зависящими от угла наклона электрода условиями горения дуги и использования ее тепла для расплавления при значительном заглублении дуги в основной металл. Пространственное положение плоскости сварки оказывает значительное влияние на основные размеры швов ввиду изменения толщины прослойки жидкого металла под основным дугой. С увеличением угла наклона плоскости сварки при сварке "на подъем" расплавленный металл сварочной ванны под действием силы тяжести стремится стечь в направлении образования шва. При этом толщина жидкой прослойки под дугой уменьшается, что

приводит к увеличению глубины проплавления основного металла. Вследствие глубокого погружения дуги в основной металл и уменьшения ее подвижности шов формируется узким с высоким усилением. Увеличение скорости сварки при сварке "на подъем" оказывает такое же влияние на размеры швов, как и увеличение угла наклона плоскости сварки. С увеличением угла наклона плоскости сварки "на спуск" жидкий металл интенсивно стекает под основание дуги. При этом толщина жидкой прослойки под дугой возрастает, что приводит к снижению глубины проплавления. Подвижность дуги благодаря уменьшению ее заглубления повышается, вследствие чего растет ширина шва. При сварке "на спуск" возможно получение качественных швов с хорошим формированием при значительно больших скоростях, чем при сварке в нижнем положении.

Сварку в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм целесообразно применять для сварки стыковых и угловых соединений, так как этот способ позволяет получить большую глубину проплавления.

Г л а в а III

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЦЕССА СВАРКИ

При сварке сталей плавящимся электродом в защитных газах требуемый состав металла швов обеспечивается за счет поступления легирующих элементов из электродной проволоки и основного металла. Выбор электродных проволок для сварки сталей производится на основании изучения коэффициентов усвоения легирующих элементов в процессе сварки и влияния на эти коэффициенты условий и параметров режима сварки.

Влияние параметров режима сварки в углекислом газе и химического состава электродных проволок на коэффициенты усвоения легирующих

элементов изучалось Н.М. Новожиловым, А.Г. Потапьевским и др. исследователями на электродных проволоках диаметром 0,5-2,0 мм марок Св-10ГС, Св-18ХГС и других, в настоящее время мало применяющихся для однопроводной сварки малоуглеродистых сталей. Полученные зависимости наиболее полно были определены в диапазоне режимов, где перенос электродного металла в сварочную ванну происходил через короткие замыкания дугового промежутка.

При сварке в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм в исследуемом диапазоне режимов перенос электродного металла в сварочную ванну происходит без замыкания дугового промежутка. В этом интервале, особенно на форсированных режимах сварки, усвоение легирующих элементов не изучено.

Влияние основных параметров режима сварки на химический состав швов и усвоение легирующих элементов определялось при сварке малоуглеродистых сталей Ст.3 и Ст.3кп в углекислом газе проволокой марки Св-08Г2С диаметром 3 и 5 мм. Угар и усвоение легирующих элементов "в общем процессе", в процессе перехода капель электродного металла через дуговой промежуток ("в дуге") и в сварочной ванне рассчитывались по формулам, предложенным Н.М. Новожиловым.

"В общем процессе" с увеличением сварочного тока и уменьшением напряжения дуги содержание марганца и кремния в металле швов и их коэффициенты усвоения возрастают вследствие уменьшения угара этих элементов. Содержание углерода в швах и его коэффициенты усвоения возрастают с увеличением и тока и напряжения дуги, что объясняется науглераживанием металла швов углеродом из газовой фазы.

Содержание марганца, кремния и углерода в металле швов и их коэффициенты усвоения не зависят от скорости сварки, так как угар этих элементов не изменяется.

С увеличением расхода углекислого газа при постоянном диаметре сопла увеличивается скорость его подвода в высокотемпературную зону дуги, где углекислый газ диссоциирует и вступает во взаимодействие с жидким металлом. При этом несколько возрастает угар марганца и кремния, что приводит к незначительному снижению содержания этих элементов в швах и их коэффициентов усвоения.

Для определения влияния сварочного тока и напряжения дуги на химический состав электродного металла и усвоение легирующих элементов в процессе перехода капель через дуговой промежуток ("в дуге") производили наплавку на быстровращающийся и интенсивно охлаждаемый водой медный диск. Дуга на диске горела непрерывно и капли электродного металла не приваривались к диску, а центробежной силой сбрасывались в сосуд с водой. Собранные капли очищали от шлака и подвергали химическому анализу. Хотя дуга, перемещающаяся с большой скоростью по поверхности медного диска, горит в условиях отличающихся от условий реального сварочного процесса, такая методика позволяет дать приближенно качественную и количественную оценку явлениям протекающим "в дуге".

Известно, что температура капель электродного металла в дуговом промежутке составляет $2150-2350^{\circ}\text{C}$, а количество углекислого газа, диссоциированного на кислород и окись углерода составляет в зоне дуги около 60%, т.е. атмосфера в этой зоне имеет окислительный характер. Проведенные исследования показали, что при сварке в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм "в дуге" наблюдается наибольший угар легирующих элементов. При этом основное влияние на угар элементов оказывает время перехода капель через дугу: при его уменьшении, что имеет место при увеличении сварочного тока и уменьшении напряжения дуги, угар марганца и кремния уменьшается, а коэффициенты усвоения этих элементов "в дуге" возрастают.

Образующиеся при переходе капель через дуговой промежуток окислы, за исключением FeO , нерастворимы в металле и всплывают на поверхность капель в виде шлака. FeO , растворяясь в каплях, насыщает их кислородом. Свободный углерод, образующийся в результате взаимодействия "в дуге" окиси углерода с металлом, растворяется в каплях электродного металла и его коэффициенты усвоения "в дуге" возрастают с увеличением и тока и напряжения дуги.

При сварке в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм на форсированных режимах поверхность сварочной ванны в значительной своей части покрыта шлаком и взаимодействие металла ванны с газами протекает вяло. В зоне пониженных температур сварочной ванны, т.е. в ее хвостовой части, растворившийся в металле FeO реагирует с растворенными в металле легирующими примесями, образуя шлаки. В процессе кристаллизации сварочной ванны шлак легко всплывает на поверхность и, по данным проведенных металлографических исследований, практически не увеличивает засоренности металла швов неметаллическими включениями по сравнению с самой малоуглеродистой сталью.

Коэффициенты усвоения элементов в сварочной ванне, рассчитанные с использованием полученных экспериментальных данных, имеют значения больше единицы. Это объясняется, вероятно, тем, что при сварке в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм на форсированных режимах (особенно при заглубленной дуге) значительная доля электродного металла переносится в сварочную ванну в виде паров металла. В связи с изложенным коэффициенты усвоения элементов в сварочной ванне известны "кажущимися" коэффициентами усвоения элементов в сварочной ванне. "Кажущиеся" коэффициенты усвоения углерода, марганца и кремния в сварочной ванне возрастают с увеличением сварочного тока и уменьшаются с увеличением напряжения дуги.

Коэффициенты усвоения марганца и кремния из электродной проволоки, рассчитанные с использованием экспериментальных данных, возрастают с увеличением сварочного тока и резко снижаются с увеличением напряжения дуги.

При сварке в углекислом газе проволокой марки Св-08Г2С диаметром 3-5 мм на исследованных режимах коэффициенты усвоения элементов "в общем процессе" и из сварочной проволоки в целом мало отличаются от соответствующих коэффициентов усвоения при сварке в углекислом газе тонкой проволокой на обычно рекомендуемых режимах и, следовательно, эта марка проволоки может быть рекомендована для сварки малоуглеродистых сталей на форсированных режимах.

На свойства металла сварных швов, помимо рассмотренных факторов, значительное влияние оказывает содержание в них газов-азота, кислорода и водорода. Содержание газов определяли методом плавления в вакууме. Проведенные исследования показали, что содержание азота, кислорода и водорода в металле швов, сваренных в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм, сопоставимо с их содержанием в металле швов, сваренных в углекислом газе тонкой проволокой и другими способами дуговой сварки. При увеличении сварочного тока и расхода углекислого газа, а также при уменьшении напряжения дуги, содержание газов в металле швов снижается и уменьшается вероятность образования пор. Увеличение скорости сварки не влияет на содержание газов в металле швов.

При сварке в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм усвоение легирующих элементов "в общем процессе" и насыщение металла швов газами не зависит от скорости сварки, что указывает на возможность получения качественных швов при значительном увеличении скорости сварки и было использовано при разработке режимов сварки колец.

Для уменьшения угара легирующих элементов и насыщения металла швов газами сварку малоуглеродистых хорошо сваривающихся сталей целесообразно производить на максимально допустимом токе и минимальном напряжении дуги. Сварку среднеуглеродистых сталей необходимо производить на пониженных токах и напряжениях дуги, что уменьшает науглероживание металла швов и их склонность к образованию кристаллизационных трещин. Для сварки сталей кипящих марок с целью уменьшения возможности образования пор целесообразно применение проволоки марки Св-08Г2С с содержанием кремния по верхнему пределу. Расход углекислого газа при сварке на оптимальных режимах составляет примерно 25-35 л/мин. При этом пор в швах не образуется, а дальнейшее увеличение количества углекислого газа, подаваемого в зону сварки, мало влияет на содержание газов в металле швов.

Г л а в а 10

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА СВАРКИ

Современная теория распространения тепла в свариваемых изделиях разработана Н.Н. Рыкалиным. Основными коэффициентами, характеризующими эффективность процесса сварки и необходимыми для расчетов по теории Н.Н. Рыкалина, являются $\eta_{\text{и}}$ - эффективный к.п.д. процесса нагрева изделия дугой и $\eta_{\text{пр}}$ - полный тепловой к.п.д. процесса проплавления основного металла.

В литературе отсутствуют данные по эффективности использования тепла дуги при сварке в углекислом газе проволокой повышенного диаметра на форсированных режимах, что затрудняет проведение различных расчетов.

Для определения значений $\xi_{\text{и}}$ и $\xi_{\text{гг}}$ был применен экспериментально-расчетный метод. В работах Н.Н. Рыкалина и А.В. Погрунчева показано, что при сварке под слоем флюса на режимах, близких к исследуемым в данной работе для сварки в углекислом газе, необходимо учитывать распределенность дуги по поверхности и глубине свариваемого изделия, а реальное распространение тепла в свариваемом изделии при таких режимах соответствует его распространению, получаемому при расчетах по схеме нормально-эллиптического источника тепла. Поэтому схема нормально-эллиптического источника тепла была принята для описания распространения тепла в изделии при сварке в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм на форсированных режимах. Распределенность дуги по поверхности и глубине свариваемого изделия определена расчетным путем с использованием экспериментальных данных, полученных из реальных термических циклов.

Исследования показали, что основные параметры режима сварки оказывают заметное влияние на распределенность дуги по поверхности и глубине свариваемого изделия и эффективность использования тепла дуги.

Влияние тока на распределенность дуги изучалось в диапазоне $I_{\text{св}} = 600-1000$ а для $d_{\text{э}} = 3$ мм и $I_{\text{св}} = 800-1200$ а для $d_{\text{э}} = 5$ мм при $U_{\text{д}} = 80$ в и $V_{\text{св}} = 50$ м/ч. С увеличением сварочного тока распределенность дуги по поверхности и глубине свариваемого изделия возрастает. При этом распределенность по глубине возрастает более заметно, чем по поверхности свариваемого изделия, что объясняется увеличением погружения дуги в основной металл и уменьшением вследствие этого ширины зоны проплавления. При одинаковых параметрах режима распределенность особенно по глубине выше у электрода меньшего диаметра, т.к. у него больше заглубление дуги в основной металл.

Влияние напряжения на распределенность дуги изучалось в диапазоне $U_d = 24-48$ в для $d_3 = 3$ мм, $J_{св} = 600$ а и $U_d = 24-42$ в для $d_3 = 5$ мм, $J_{св} = 1000$ а при $V_{св} = 50$ м/ч. С увеличением напряжения распределенность дуги по поверхности изделия возрастает более заметно, чем по его глубине, что объясняется увеличением ширины зоны проплавления в связи с увеличением длины и подвижности дуги.

Влияние скорости сварки на распределенность дуги исследовалось в диапазоне $V_{св} = 50-110$ м/ч для $d_3 = 3$ мм, $J_{св} = 600$ а и $d_3 = 5$ мм, $J_{св} = 1000$ а при $U_d = 30$ в. С увеличением скорости сварки распределенность дуги по поверхности и глубине свариваемого изделия уменьшается, так как уменьшается ширина и глубина зоны проплавления.

При одинаковых диаметрах электродной проволоки и режимах сварки коэффициенты распределенности дуги по поверхности и глубине свариваемого изделия при сварке в углекислом газе и под слоем флюса имеют близкие значения. Следовательно, данные, полученные по распределенности дуги при сварке под флюсом, можно использовать для расчетов и при сварке в углекислом газе.

Эффективный к.п.д. нагрева изделия дугой ($\eta_{и}$) и полный тепловой к.п.д. проплавления основного металла ($\eta_{пр}$) при сварке в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм выше (см. табл. I), чем при сварке под флюсом на аналогичных режимах, и имеет примерно такой же характер зависимости от основных параметров режима, как и при других способах дуговой сварки.

Таблица 1

Способ сварки	d _э , мм	J _{св} , а	U _{св} , в	V _{св} , м/ч	В _н , %	В _{пр} , %	Примечание
в CO ₂	2	200-500	26-34	12-40	68-85	12-45	По данным работ А.Г. Погодаева, Г.И. Н.М. Носовичева
в CO ₂	3	600-1000	24-48	50-100	70-95	44-59	По данным авторов
в CO ₂	5	800-1200	24-42	50-110	70-90	49-58	По данным авторов
Под флюсом ФЦ-7 и АН-2	5	600-1200	30-44	50-100	60-85	25-42	По данным работ А.В. Петрунькина и А.М. Манара

Сравнение термических циклов для различных точек свариваемого изделия, глубины и ширины проплавления основного металла, рассчитанных по схеме нормально-эллиптического источника тепла и экспериментальных показывает хорошую сходимость результатов.

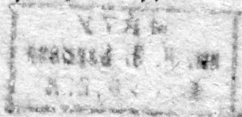
Г л а в а У

РАЗРАБОТКА ТЕХНИКИ И РЕЖИМОВ СВАРКИ ТРАНСПОРТНЫХ И АВТОМОБИЛЬНЫХ КОЛЕС В УГЛЕКИСЛОМ ГАЗЕ ПРОВОДОМ ПОВЫШЕННОГО ДИАМЕТРА (3-5 мм) И ИЗУЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СВАРНЫХ КОЛЕС

Свойства сварных соединений колес определяются качеством выполнения швов. Поэтому основными задачами при разработке техники и режимов сварки колес являются разработка способа надежного зажигания дуги, выбор положения сварочной головки при сварке колеса, разработка режимов, обеспечивающих максимальную производительность сварки при высоком качестве швов.

При сварке в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм на форсированных режимах при использовании выпускаемых в настоящее время серийных источников питания (например, сварочных выпрямителей ВС-600, ВС-1000, ИПН-1000Н и др.) имеются серьезные трудности с надежным зажиганием дуги и с получением качественного начала и конца швов, что особенно важно при сварке в автоматических линиях тракторных и автомобильных колес со спицевыми дисками, у которых детали соединяются короткими швами.

Для обеспечения требуемого качества сварных соединений, сварку спиц диска с ободом колеса производят по специально разработанной программе. После установки колеса под сварку одновременно включается подача углекислого газа, сварочный выпрямитель и замедленная подача электродной проволоки (0,8-0,5 м/мин) к свариваемым деталям. При замедленной подаче проволоки к свариваемым деталям обеспечивается стабильно надежное зажигание дуги. После возбуждения дуги включается быстрая (соответствующая заданному режиму сварки) подача электродной проволоки, а через 0,2-0,5 сек после этого включается вращение колеса и происходит сварка диска с ободом. Наличие задержки между возбуждением дуги и началом вращения колеса позволяет получить качественное начало швов с требуемым затечением. Время вращения колеса, необходимое для сварки одной спицы диска с ободом, задается с помощью реле времени. Через 0,2-0,4 сек. после остановки колеса прекращается подача электродной проволоки и дуга горит до естественного обрыва (происходит "растяжка дуги"). При этом "кратер" в конце шва достаточно хорошо заваривается. После обрыва дуги включается подача электродной проволоки вверх и она отводится от торца спицы. Углекислый газ после обрыва дуги продолжает подаваться до полного застывания металла сварочной ванны (0,5-2,0 сек), а затем выключается. При сварке следующей



спиды шипа сварки повторяется.

Разработанная программа сварки позволила стабильно получать качественные швы на автомобильных и тракторных колесах со сплошными дисками и пригодна для большинства случаев сварки в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм. Внешний вид швов получается лучше, а заварка кратера происходит полнее при использовании автоматов с зависимой от напряжений на дуге скоростью подачи электродной проволоки.

Для уменьшения деформации колес и повышения производительности производят одновременно сварку двух противоположных (или всех четырех) спиц колеса.

Программа сварки колес со сплошными дисками (например, задних тракторных колес) по структуре аналогична описанной для сварки колес со спицевыми дисками и отличается в основном различными временами выполнения отдельных операций.

На основании результатов экспериментов в работе даны практические рекомендации по взаимному пространственному положению электрода и свариваемых деталей колес основных типов. Сварка колес со спицевыми дисками производится в нижнем положении "в угол", а колес со сплошными дисками - "на спуск" при положении шва "в лодочку". Оптимальные режимы сварки некоторых типов колес приведены в табл. 2.

Разработанные режимы сварки колес в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм позволили повысить скорость сварки колес со спицевыми дисками в 1,5-3 раза, а колес со сплошными дисками - в 2,7 раза по сравнению с ранее применявшимися для этого сваркой под флюсом, ручной дуговой сваркой и сваркой в углекислом газе тонкой проволокой.

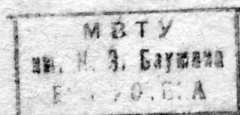


Таблица 2

Свариваемые детали	Тип конструк- ции колеса	Катет сва, мм	dз, Dсв,		Uз, В	Vсв, м/ч	Qсв, л/мин
			мм	в			
Диск с ободом переднего тракторного колеса	с 4-х спице- вым диском	4	8	575-600	28-30	80-85	1500
Диск с обо- дом автомо- бильного ко- леса 6,0Б-20:	с 4-х спице- вым диском						
внутренние швы		4	4	650-750	28-30	90	1200
наружные швы		5	5	150-850	28-30	90	1200
Диск с ободом заднего трак- торного колё- са	со сплошным дисксом	5	5	1200-1400	26-30	220	2000

Примечание. Для сварки используется электродная проволока марки Св-08Г2С.

Однопроходные швы, выполненные сваркой в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм на малоуглеродистой стали имеют повышенную по сравнению с основным металлом прочность, сохраняя высокую пластичность и ударную вязкость при комнатной и отрицательной температурах, и не уступают механическим свойствам швов, полученным при сварке под флюсом или в углекислом газе тонкой проволокой. При этом микроструктура сварных соединений из малоуглеродистой стали мало отличается от микроструктуры, полученной при сварке под флюсом и другими способами дуговой сварки.

Автомобильные и тракторные колеса в процессе эксплуатации подвергаются действию статических и динамических нагрузок, опреде-

ляемых констру тивными параметрами этих машин и дорожными условия- ми эксплуатации, что вызывает появление в колесах переменных на- прижений и прочность колес определяется главным образом усталосте металла сварных соединений или металлической основы колес. Рабо- тоспособность колес определяется стендовыми и эксплуатационными ис- пытаниями. Стендовые испытания тракторных и автомобильных (6,0Б-20) колес, сваренных в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм на разработанных режимах (табл. 2), показали, что разрушений по свар- ным швам, выполненным этим способом, не наблюдалось. Долговечность колес, сваренных в углекислом газе, одинакова с долговечностью та- ких же колес, сваренных ручной дуговой сваркой и сваркой под флю- сом, и достаточна для надежной работы грузовых автомобилей и трак- торов.

Эксплуатационные испытания автомобильных колес 6,0Б-20 со спицевым диском, проведенные ГАЗом в средней полосе страны и в условиях Крайнего Севера, подтвердили данные стендовых испытаний этих колес.

Г л а в а У I

ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СВАРКИ В УГЛЕКИСЛОМ ГАЗЕ ПРОВОЛОКОЙ ПОВЫШЕННОГО ДИАМЕТРА

На основании проведенных исследований и определения комплек- са требований, предъявляемых к сварочному оборудованию в условиях массового производства, при непосредственном участии автора разра- ботаны и внедрены на Кременчугском колесном заводе автоматические линии сборки-сварки колес основных типов (со спицевыми и оппелыми дисками). Сварка колес в линиях производится в углекислом газе

проволокой диаметром 3-5 мм на специальных автоматах по программе и на режимах, приведенных в гл. V. Использование в массовом производстве разработанных автоматических линий сборки-сварки колес позволяет повысить производительность труда в 2-5 раз, ликвидировать тяжелый ручной труд, повысить качество сварных колес, снизить расход сварочных материалов и получить значительный экономический эффект. Ввиду высоких технико-экономических показателей автоматическая сварка в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм заложена в проекты механизированных и автоматических линий сборки-сварки автомобильных и тракторных колес различных типоразмеров. Реализацию этих проектов намечено осуществить в ближайшее время.

Сварка в углекислом газе проволокой повышенного диаметра имеет перспективу широкого применения в автомобильной и других отраслях промышленности. Однако использование этого способа сдерживается из-за отсутствия мощных источников питания. На основании исследований, выполненных в данной работе, ВНИИЭСО разрабатывает специальный однопостовой выпрямитель для сварки в углекислом газе на токах до 1600а. Создание такого выпрямителя позволит шире и быстрее внедрять этот способ сварки в промышленность.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

I. На основании изучения состояния вопроса сварки тракторных и автомобильных грузовых колес в массовом производстве и экспериментальной проверки установлено, что наиболее перспективной для указанных изделий является автоматическая сварка в углекислом газе проволокой повышенного диаметра (3-5 мм) на форсированных режимах, имеющая существенные преимущества по сравнению с другими способами сварки.

2. Проводительность расплавления электрода диаметром 3-5 мм и основного металла при сварке в углекислом газе выше, чем при сварке под слоем флюса на одинаковых режимах и имеет примерно такой же характер зависимости от основных параметров режима, как и при других способах сварки.

Высокая производительность расплавления электродного и основного металла при сварке разработанным способом позволяет по сравнению со сваркой под слоем флюса и тонкой проволокой в углекислом газе значительно повысить скорость сварки металлоконструкций.

3. При сварке малоуглеродистых сталей в углекислом газе проволокой марки Св-08Г2С диаметром 3-5 мм на форсированных режимах основные параметры режима сварки оказывают существенное влияние на содержание в металле швов легирующих элементов.

Содержание марганца и кремния в металле швов возрастает при увеличении сварочного тока и уменьшении напряжения дуги вследствие уменьшения утара этих элементов. Содержание углерода несколько возрастает при увеличении тока и напряжения дуги вследствие газоперехождения металла из газовой фазы. Содержание марганца, кремния и углерода в металле швов практически не зависит от скорости сварки, так как их утар при этом не изменяется.

4. Содержание газов (кислорода, азота, водорода) в металле швов, сваренных в углекислом газе проволокой диаметром 3-5 мм, и следовательно, и склонность швов к образованию в них пор, обратно пропорционально содержанию в металле швов, сваренных в углекислом газе тонкой проволокой и другими способами дуговой сварки.

При увеличении сварочного тока и расхода углекислого газа, а также при уменьшении напряжения дуги содержание газов в металле швов снижается. Увеличение скорости сварки практически не влияет на содержание газов в металле швов.

5. Эффективный к.п.д. нагрева изделия дугой ($\eta_{и}$) и полный к.п.д. проплавления ($\eta_{гр}$) при сварке в углекислом газе проволокой повышенного диаметра (3-5 мм) выше, чем при сварке под слоем флюса на аналогичных режимах. Тепловые расчеты при этом целесообразно производить, рассматривая дугу как нормально-эллиптический быстродвижущийся источник тепла.

6. Разработаны техника и режимы сварки в углекислом газе проволокой повышенного диаметра тракторных и автомобильных колес основных типов (со спицевыми и сплошными дисками), позволившие значительно повысить скорости сварки, а следовательно, и ее производительность по сравнению с ранее применявшимися для этого сваркой под флюсом, ручной дуговой сваркой и сваркой в углекислом газе тонкой проволокой.

7. Механические и эксплуатационные свойства сварных соединений, выполненных сваркой в углекислом газе проволокой повышенного диаметра на рекомендованных режимах, не уступают свойствам сварных соединений, полученных при сварке под слоем флюса или в углекислом газе тонкой проволокой, и достаточны для надежной работы колес тракторов и грузовых автомобилей.

8. Разработаны и внедрены в производство специальные сварочные автоматы и автоматические линии сборки-сварки тракторных колес основных типов (со спицевыми и сплошными дисками).

Использование в массовом производстве разработанных линий сборки-сварки колес позволяет повысить производительность труда в 2-5 раз, ликвидировать тяжелый ручной труд, снизить расход сварочных материалов и на этой основе получить значительный экономический эффект.

Диссертация состоит из шести глав и содержит 218 стр., 68 рисунков и приложение. В списке использованной литературы приведено 134 источника.

Основное содержание диссертации опубликовано:

1. Митин В.И. Сварка в углекислом газе в автомобилестроении. Обзор, М., НИИТавтопром, 1968.

2. Митин В.И., Акулов А.И. Некоторые данные по производительности сварки в углекислом газе проволоками повышенного диаметра. "Сварочное производство", 1969, №9.

3. Акулов А.И., Митин В.И., Дриккер В.Е. Влияние параметров режима на содержание газов в металле швов при сварке в углекислом газе проволоками повышенного диаметра. Труды НИИТавтопрома. "Технология автомобилестроения", 1971, №19.

4. Митин В.И., Ларионов Н.И. Сварка колес в углекислом газе на форсированных режимах. "Автомобильная промышленность", 1967, №2.

5. Митин В.И., Зубарев Н.А. Исследование усталостной прочности колес, сваренных в углекислом газе. "Автомобильная промышленность", 1968, №3.

6. Лащивер С.М., Митин В.И., Ларионов Н.И., Перевалов В.Д. Автоматические линии сборки-сварки колес трактора. "Сварочное производство", 1969, №10.

7. Митин В.И., Лащивер С.М., Гуляев А.И. и др. Авт. свид. № 164908- "Билетень изобретений", 1964, №17.

Результаты работы доложены на первой конференции по сварке в автомобилестроении (г. Горький, 1967).