

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Кафедра «Сварочное производство»

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

Тема работы
<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОСНАСТКИ И УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ РЕШТАКА КОНВЕЙЕРА КСЮ271.38Л</b>
УДК 621.791.03

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A11	Гладченко В. Ю.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры СП	Филонов А. В.	-		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Специалист по УМР кафедры СП	Павлов Н. В.	-		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Экономист ООО «ПроСнаб»	Шиков В. П.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой БЖДЭ и ФВ	Солодский С. А.	К.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Сварочного производства	Сапожков С.Б.	Д.т.н., доцент		

Юрга – 2016 г.

## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 92 с., 1 рисунок, 25 таблиц, 16 источников, 4 приложения, 9 л. графического материала.

Ключевые слова: технология, режимы сварки, сила сварочного тока, сварочное оборудование, производительность, план участка, приспособление, себестоимость.

Объектом исследования является процесс изготовления короба рештака.

Цель работы – разработка технологии сборки - сварки, проектирование сварочной оснастки и участка по изготовлению данного изделия с применением автоматической сварки под флюсом.

В процессе работы рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочные и сварочные операции. В результате проведенной работы разработан директивный технологический процесс.

ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 3.0 и COMPAS – 3D V16 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

## Введение

Сварка широко применяется в производстве, так как резко сокращается расход металла, сроки выполнения работ и трудоёмкость производственных процессов. Достигнутые успехи в области автоматизации и механизации сварочных процессов позволяет уменьшить затраты на единицу продукции, сократить длительность производственного цикла, улучшить качество изделия.

В настоящее время сварка является одним из ведущих процессов обработки металлов. Существует множество различных видов сварки: ручная дуговая сварка; сварка в инертных активных газах; сварка под флюсом; электрошлаковая сварка; сварка давлением и т.д.

Наиболее распространена механизированная сварка в  $\text{CO}_2$ , так как она имеет простой и эффективный технологический процесс, отличающийся гибкостью и универсальностью. Она имеет высокие технико-экономические показатели. Преимущества этого вида сварки заключается в следующем:

- высокая тепловая мощность дуги;
- высокое качество сварных швов;
- возможность сварки разнородных металлов и тонкостенных изделий.

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки и сварки рештака конвейера забойного ФЮРА.КСЮ.271.38Л.281.00.000 СБ. В результате проведения данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации повышающей производительность труда, качество сварного изделия, улучшение условий труда.

Перед сварочным производством ставятся задачи, направленные на повышение эффективности производства. Это, прежде всего переход к массовому применению высокоэффективных систем, машин, оборудования и технологических процессов, которые могут обеспечить высокую

механизацию и автоматизацию производства, рост производительности труда и связанное с этим высвобождение рабочих. В современных условиях сварочного производства первостепенное значение имеет повышение производительности труда и снижение себестоимости изделия. Это обеспечивает качественно лучшее использование рабочей силы в процессе производства и повышение конкурентоспособности изделия на потребительском рынке. А это является основной задачей в современной промышленности.

## 1 Обзор литературы

### 1.1 Применение защитных газов в сварочном производстве

Разработки дуговых способов сварки в активных защитных газах плавящимся и неплавящимся электродом начались в Институте электросварки им. Е. О. Патона в 30-х гг. прошлого века и не прекращаются до сих пор. Развитие и широкое промышленное применение сварки в активных защитных газах активизировалось после того, как в СССР впервые в мире был предложен и разработан способ сварки в углекислом газе плавящимся электродом. До этого препятствием для применения углекислого газа в качестве защитной атмосферы прежде всего являлось порообразование в швах. Причиной пористости было кипение металла сварочной ванны от выделения монооксида углерода вследствие недостаточной ее раскисленности. Применение сварочных проволок с повышенным содержанием кремния типа Св-08ГС и Св-08Г2С устранило этот недостаток и дало возможность широко использовать углекислый газ в сварочном производстве [1].

### 1.2 Смесь газов Ar+O<sub>2</sub>

Улучшить процесс сварки и избавиться от некоторых недостатков, связанных с применением чистого аргона, можно путем добавки к нему кислорода. Добавка к аргону 3...5 % O<sub>2</sub> и применение сварочной проволоки, легированной кремнием и марганцем, позволяет повысить стойкость к образованию пор в швах на спокойной, полуспокойной и кипящей стали. Наличие в аргоне кислорода практически не изменяет форму дуги, однако значительно улучшает стабильность ее горения и благоприятно влияет на характер переноса электродного металла, а вследствие снижения его

поверхностного натяжения число капель, переносимых в единицу времени, возрастает. Мелкокапельный (струйный) перенос достигается при более низком значении сварочного тока по сравнению с применением чистого аргона при практически полном отсутствии разбрызгивания.

Содержание кислорода в смеси  $Ar+O_2$  может изменяться от 0,5 до 5,0%. Для сварки углеродистых и низколегированных сталей оптимальное содержание кислорода в смеси составляет 3...5 %. Эта смесь обеспечивает хороший внешний вид швов и высокий уровень механических свойств металла шва, особенно ударной вязкости при отрицательных температурах. При содержании более 5 % кислорода резко возрастают потери легирующих элементов, а технологические характеристики процесса сварки остаются без изменений. Вместе с тем смесь  $Ar+O_2$  так же, как и чистый  $CO_2$ , неприменима при сварке неплавящимся электродом ввиду разрушения последнего и загрязнения металла шва оксидами вольфрама.

Смеси  $Ar+O_2$ , содержащие минимальное количество кислорода (1...2 %), имеют ограниченное применение при сварке ферритных сталей и в основном используются для сварки аустенитных сталей. Это можно объяснить тем что, во-первых, их получают путем смешивания дорогостоящих чистых газов и, во-вторых, смеси с малым содержанием кислорода имеют те же недостатки при сварке, что и чистый аргон (узкое проплавление основного металла в корне шва, низкая стойкость швов к порообразованию, блуждание дуги по свариваемым кромкам, приводящее к подрезам и несплавлениям, интенсивное тепловое и световое излучение дуги, выделение озона в зоне дыхания сварщика выше допустимой концентрации). Все эти недостатки особенно четко проявляются при сварке со струйным переносом и достаточно длинной дугой, поэтому применение аргоно-кислородной смеси с малыми добавками кислорода для сварки углеродистых и низколегированных сталей экономически и технически не оправдано [1].

### 1.3 Смесь газов Ar+CO<sub>2</sub>

Применение смесей этих газов было вызвано стремлением найти защитную среду, которая сочетала бы преимущества аргона, углекислого газа и аргоно-кислородной смеси.

Форма дуги и характер переноса электродного металла при сварке в смесях Ar+CO<sub>2</sub> существенно зависят от состава смеси. При одном и том же режиме сварки в смесях с различным содержанием CO<sub>2</sub> перенос электродного металла может быть капельным без коротких замыканий или с короткими замыканиями дугового промежутка, мелкокапельным и струйным. При содержании 20% CO<sub>2</sub> и более при токах выше критического значения форма проплавления основного металла изменяется и пальцеобразный провар исчезает. При содержания в смеси свыше 35...40 % CO<sub>2</sub> процесс во многом похож на сварку в чистом CO<sub>2</sub>, однако уровень разбрызгивания при этом ниже.

Улучшение формирования шва при применении смесей Ar+20...25% CO<sub>2</sub> наблюдается в широком диапазоне режимов. Высота усиления заметно меньше, чем при сварке в CO<sub>2</sub>, валик имеет плавный переход к основному металлу, а в диапазоне токов, при которых происходит струйный (мелкокапельный) перенос, формируется мелкочешуйчатая поверхность, как на швах, сваренных под флюсом. Благоприятная форма шва, малая высота усиления и пониженный уровень потерь электродного металла на разбрызгивание обеспечивают заметное уменьшение расхода электродной проволоки на единицу длины шва.

Рекомендации по оптимальному составу смесей Ar+CO<sub>2</sub> зарубежных фирм, производящих газовые смеси, противоречивы. По-видимому, это обусловлено в основном жесткой борьбой за рынки сбыта и патентными соображениями, а также различиями в химическом составе применяемых сталей и сварочных проволок. В Европе широко рекламируется смесь

Ar+10...15%CO<sub>2</sub>. Однако накопленный опыт показал, что оптимальной следует считать смесь Ar+20%CO<sub>2</sub>, которая обладает наилучшим сочетанием технологических и металлургических свойств. При ее применении можно избежать характерной для аргона пальцеобразной формы провара, приводящей к несплавлениям и порам, а также типичного для углекислого газа узкого и глубокого провара, опасного с точки зрения образования трещин в швах.

Соединения конструкционных сталей, сваренные в защитных газовых смесях на основе аргона стандартными проволоками, обычно применяемыми для сварки в CO<sub>2</sub> (Св-08Г2С и Св-08ГС по ГОСТ 2246-70), отличаются высокими показателями механических свойств. Особенно следует отметить значения ударной вязкости металла швов при отрицательных температурах, а также показатели стойкости металла швов, сваренных в смеси Ar+CO<sub>2</sub>, к зарождению и развитию хрупкого разрушения.

Недостатком смеси Ar+CO<sub>2</sub> является ее высокая цена по сравнению с чистым CO<sub>2</sub> и смесью Ar+O<sub>2</sub>. Обусловлено это тем, что смесь получают из чистых газов и в отличие от аргоно-кислородной смеси ее нельзя получить непосредственно при разделении воздуха на воздуходелительных установках. Технически и технологически приемлемым способом удешевления аргоновых смесей с CO<sub>2</sub> является использование в качестве исходного компонента «сырого аргона», содержащего до 5 %O<sub>2</sub> [1].

#### 1.4 Смесь газов Ar+O<sub>2</sub>+CO<sub>2</sub>

Смеси газов Ar+O<sub>2</sub>+CO<sub>2</sub> получили широкое распространение в Германии и Великобритании. Смесь «Сохоген» (Ar+5%O<sub>2</sub>+15%CO<sub>2</sub>) обладает меньшей окислительной способностью и лучшими технологическими свойствами, чем чистый CO<sub>2</sub>. При сварке углеродистых и низколегированных сталей проволокой, раскисленной марганцем и кремнием, достигаются такие преимущества по сравнению со сваркой в CO<sub>2</sub>,



как меньшее разбрызгивание электродного металла, лучший внешний вид шва, пониженная склонность швов к образованию пор и горячих трещин. Механические свойства металла шва и сварного соединения такие же, как при сварке в смеси  $\text{Ar}+20\text{...}25\% \text{CO}_2$ , а ударная вязкость швов, сваренных в этой смеси, выше.

В связи с тем, что сварка в защитных газах плавящимся электродом в Европе является доминирующим процессом, основное внимание уделяется проблеме выбора состава защитного газа. Критериями его оптимизации являются уровень разбрызгивания, количество приварившихся брызг и шлака на поверхности основного металла, формирование шва (форма проплавления и внешний вид). На основании этих подходов предлагается использовать для сварки углеродистых и низколегированных сталей слабоокислительные смеси на основе аргона с небольшим содержанием окислительных газов ( $1\text{...}4\% \text{O}_2$  и до  $10\% \text{CO}_2$ ). Необходимо также учесть, что при сварке этих сталей в слабоокислительных смесях на основе аргона проявляются все недостатки чистого аргона, отмеченные выше.

Для условий промышленности России слабоокислительные смеси на основе аргона при сварке углеродистых и низколегированных сталей не могут быть защитными газами общего назначения, поскольку самые распространенные в стране сварочные проволоки Св-08Г2С и Св-08ГС имеют более высокий уровень легирования по сравнению с применяемыми в Европе проволоками аналогичного назначения (SG-1, SG-2, SG-3, DIN 8559). Кроме того, в сварочном производстве европейских стран используются проволоки малых диаметров и более умеренные режимы сварки по сравнению с применяемыми в России. Накопленный опыт показал, что для отечественного сварочного производства желательно ограничивать ассортимент защитных газов одним-двумя составами универсального назначения. Такими смесями, получившими распространение, являются  $\text{Ar}+20\text{...}25\% \text{CO}_2$  и  $\text{Ar}+3\text{...}5\% \text{O}_2+20\text{...}25\% \text{CO}_2$ . Они имеют оптимальное сочетание сварочных характеристик, умеренную стоимость и позволяют

решать большинство технологических задач при механизированной сварке сталей общего назначения даже в тех случаях, когда сварщики нарушают предписанные параметры режима.

Сварка в аргоновых смесях в отличие от сварки в  $\text{CO}_2$  дает возможность использовать импульсно-дуговой процесс с управляемым мелкокапельным переносом и частотой отрыва капель, соответствующей частоте наложения импульсов тока. Мелкокапельный перенос происходит при более низком среднем значении сварочного тока по сравнению с условиями без наложения импульсов. Применение импульсно-дуговой сварки позволяет использовать проволоку одного и того же диаметра для многих вариантов технологии, тогда как при сварке без импульсов обычно предусматривается применение проволоки различных диаметров в зависимости от толщины свариваемого металла, его теплофизических свойств, пространственного положения шва и других показателей.

Наибольший технико-экономический эффект сварка сталей в защитных смесях на основе аргона обеспечивает в следующих областях:

- производство металлоконструкций, которые по условиям работы не должны иметь приваренных брызг;

- производство металлоконструкций ответственного назначения, эксплуатируемых при отрицательных температурах и знакопеременных динамических нагрузках;

- многопроходная сварка стыковых и угловых соединений толстолистового металла;

- сварка швов малого сечения на повышенной скорости [1].

### 1.5 Смесь газов $\text{Ar}+\text{He}+\text{CO}_2$

Смеси  $\text{Ar}+\text{He}+\text{CO}_2$ , в которых аргон является основным компонентом, используются при сварке стационарной и импульсной дугой, а смеси с преобладающим (60...80%) содержанием гелия — при сварке с

короткими замыканиями. В зарубежных публикациях рассматриваются различные составы газовых смесей с гелием, обеспечивающие хорошие технологические показатели, в частности, повышение производительности при сварке толстого металла, широкое и глубокое проплавление основного металла, улучшение формирования и внешнего вида швов. Основная особенность сварки в защитных смесях  $Ar+He+CO_2$  — это высокая производительность процесса на режимах со струйно-вращательным переносом электродного металла. Такой перенос происходит при применении сварочной проволоки диаметром 1,0...1,2 мм, механизма ее подачи со скоростью до 50 м/мин и источника питания с хорошими динамическими характеристиками [1].

#### 1.6 Смесь газов $Ar+He+CO_2+O_2$

Смеси  $Ar+He+CO_2+O_2$  требуют особой технологии, источников питания и механизмов подачи проволоки. Так, для TIG-процесса используется смесь газов ( $65\%Ar+26,5\%He+8\%CO_2+0,5\%O_2$ ), обеспечивающая высокую скорость плавления проволоки (до 25 кг/ч) при скорости ее подачи до 50 м/мин на сварочном токе около 600 А. Известны также такие высокопроизводительные способы, как Rapid Arc и Rapid Melt, которые выполняются в защитных смесях с гелием ( $65...60\%Ar+25...30\%He+10\%CO_2$ ), при использовании которых скорости подачи проволоки превышают классический предел 20 м/мин и обеспечиваются различные виды переноса электродного металла включая струйно-вращательный.

Строгие ограничения на состав защитной среды, предусмотренные технологическими рекомендациями разработчиков TIG-процесса, необоснованны, поскольку близкие показатели производительности и качества можно получить при использовании более дешевых и простых в изготовлении газовых смесей на основе аргона без гелия, например,

Ar+CO<sub>2</sub>+O<sub>2</sub>, и тщательном подборе и корректировании параметров режима [1].

### 1.7 Вывод

В настоящее время известно много различных способов дуговой сварки в защитных газах, с помощью которых можно выполнить одну и ту же работу. Однако получаемые при этом технико-экономические результаты будут различными в зависимости от условий производства и особенностей конструкций. Каждый из способов сварки имеет определенные технологические возможности и применим для конкретного вида сварочных работ, поэтому при выборе оптимального состава защитного газа и способа сварки необходимо иметь полное представление об особенностях и возможностях каждого из способов и учитывать их, исходя из конкретных условий производства. Большое влияние при этом могут оказывать варианты механизации и автоматизации сварочных процессов, особенно при широком наборе существующих в настоящее время типов манипуляторов и позиционеров, а также роботов и систем регулирования с компьютерным управлением.

Для сварки рештака КСЮ271.38Л в качестве защитной среды применяется смесь газов Ar+CO<sub>2</sub> по ТУ 2114-004-00204760-99.

## Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки рештака ФЮРА.КСЮ.271.38Л.281.00.000СБ, на котором совместно с мостовым краном используются две кран-балки грузоподъемностью  $Q = 2\text{т.}$ , предназначенной для исключения простоев в работе, вызванных ожиданием цехового крана.

Произведена замена выпрямителя «Magtronik» (500W) в комплекте с полуавтоматом ESABFeed 48-4 м13 на выпрямитель ВДГ-401 в комплекте с полуавтоматом ПДГ-401

Для сборки-сварки рештака в целом применены приспособления ФЮРА.000001.281.00.000СБ и стенд для автоматической сварки ФЮРА.000003.281.00.000СБ.

В результате перечисленных нововведений время изготовления рештака сократилось на 0,03 ч.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт элементов приспособлений.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгодности предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 95,64 м<sup>2</sup>;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 61%;

Экономический эффект на годовую программу – 49990 рублей.