



МИНИСТРЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт Машиностроения  
(наименование института полностью)  
Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»  
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой СОМДиРП  
В.В. Ельцов  
(подпись) (И.О. Фамилия)  
«    » 20 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение бакалаврской работы**

Студент Ровенский Георгий Константинович

1. Тема Технология и оборудование для сборки и сварки стоек билбордов
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы \_\_\_\_\_
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе базовый техпроцесс сварки, материалы преддипломной практики, нормативные документы научно-техническая литература, стандарты, интернет-ресурсы
4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов)

Введение. Обоснование актуальности работы, формулировка цели работы.

1) Выбор путей достижения цели работы, анализ конструкции, свойств применяемых сталей, условий эксплуатации, базовой технологии сварки. Анализ перспективных способов сварки, формулировка задач проекта

2) Выбор режимов сварки, разработка технологических рекомендаций, разработка технологического процесса, механизированной сварки, разработка конструкции сборочного приспособления

3) Разработка мероприятий по защите рабочих и окружающей среды от опасных и вредных факторов

4) Экономическая эффективность предлагаемых в проекте технических решений

5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала

Общий вид металлоконструкций – 1 лист

Базовая технология – 1 лист

Аналитический лист – 1 лист

Проектная технология – 1 лист

Приспособление – 2 листа

Планировка участка сварки – 1 лист

Экономическая эффективность – 1 лист

6. Консультанты по разделам

Экономическая эффективность проекта

Безопасность и экологичность проекта

Нормоконтроль

7. Дата выдачи задания «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заказчик

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. фамилия)

Руководитель дипломного проекта

\_\_\_\_\_  
(подпись)

А.Л. Федоров

\_\_\_\_\_  
(И.О. фамилия)

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Г.К. Ровенский

\_\_\_\_\_  
(И.О. фамилия)

МИНИСТРЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт Машиностроения  
(наименование института полностью)  
Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»  
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой СОМДиРП

В.В. Ельцов

(подпись)

(И.О. Фамилия)

«    » 20    г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**  
**выполнения бакалаврской работы**

Студента Ровенский Георгий Константинович

по теме Технология и оборудование для сборки и сварки стоек билбордов

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Введение	1.02.17 – 10.02.17	1.02.17 – 10.02.17	выполнено	
Анализ исходных данных и известных технических решений	10.02.17 – 28.02.17	10.02.17 – 28.02.17	выполнено	
Разработка технологии сборки и сварки	01.03.17 – 30.03.17	01.03.17 – 30.03.17	выполнено	
Выбор оборудования	01.04.17 - 14.04.17	01.04.17 - 14.04.17	выполнено	
Безопасность и экологичность проекта	15.04.17 30.04.17	15.04.17 30.04.17	выполнено	
Расчет экономической эффективности	01.05.17 – 21.05.17	01.05.17 – 21.05.17	выполнено	

Руководитель бакалаврской работы

(подпись)

А.Л. Федоров

(И.О. фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

Г.К. Ровенский

(И.О. фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Цель бакалаврской работы: повышение производительности, снижение металлоемкости при сварке трехстоечных рекламных щитов.

Чтобы достичь поставленную цель в работе были решены следующие задачи: подобран способ механизированной сварки деталей; разработан технологический процесс механизированной сварки; разработано приспособление, обеспечивающее фиксацию компонентов биллборда при сборке под сварку и прихватке; проанализирована существующая система техники безопасности сварочного участка и предложены мероприятия по ее модернизации в связи с изменившимися обстоятельствами; рассчитана экономическая эффективность.

Проанализирован существующий техпроцесс сварки стоек биллбордов, требования, предъявляемые к данной металлоконструкции, для устранения выявленных недостатков базовой технологии предложено применить механизированную сварку и сборочную оснастку. Подобрана сварочная проволока и режимы сварки. Разработан типовой техпроцесс сварки стоек биллбордов. Подобрано оборудование, разработана конструкция оснастки, обеспечивающая снижение расхода времени на операции сборки и повышение стабильности геометрии изделия. Для защиты рабочих участвующих в сборке и сварке от вредных и опасных факторов предложены необходимые технические и организационные мероприятия. Расчет экономического эффекта от внедрения разработок составит 278342 руб. Работа состоит из пояснительной записки, в которой 55 страниц, 6 рисунков, 6 таблиц. В графической части 9 листов формата А1.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	8
1 Анализ исходных данных и известных технических решений .....	10
1.1 Описание конструкции и условий эксплуатации рекламных щитов.....	10
1.2 Свойства материала, из которого изготовлен щит рекламный .....	14
1.3 Анализ вариантов устранения недостатков базового технологического процесса сварки щита рекламного .....	14
1.4 Анализ известных технических решений при сварке узлов щитов рекламных .....	19
1.5. Задачи работы .....	26
2 Разработка технологического процесса сборки и сварки щита рекламного	28
2.1 Выбор режимов сварки.....	28
2.2 Технологический процесс сборки и сварки изделия .....	29
3. Выбор оборудования и проектирование оснастки .....	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта. ....	35
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта. ....	35
4.2 Профессиональные риски на участке. ....	37
4.3. Мероприятия снижающие профессиональные риски участка сварки .	38
4.4 Пожарная и техногенная безопасность участка сварки. ....	38
4.5 Экологическая безопасность сварочного участка .....	39
Заключение по разделу .....	40
5 Экономическая эффективность проекта.....	41
5.1 Исходные данные для экономического обоснования .....	41
сравниваемых вариантов .....	41
5.2 Штучного времени на изменившиеся операции сварки .....	43
5.3. Капитальные вложения в оборудование.....	44
5.4 Расчет технологической заводской и цеховой себестоимости сравниваемых вариантов. ....	46

5.5 Расчет экономической эффективности проекта.....	51
Выводы по экономическому разделу .....	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	52
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	53

## ВВЕДЕНИЕ

При коммунистах рекламе уделяли не очень много внимания, за исключением, пожалуй, рекламы идей научного коммунизма. При переходе России к капитализму рекламный бизнес получил очень широкое развитие. В настоящее время видов и типов рекламы выделяют свыше двух десятков, начиная от рекламы на телевидении и радио и заканчивая рекламой на общественном транспорте и в лифтах. Однако наибольший интерес со стороны сварщиков представляет наружная реклама на щитах и растяжках. К достоинствам данной рекламы можно отнести высокую эффективность, она всегда обращает на себя внимание и низкую стоимость. К недостаткам можно отнести – сложно записать или запомнить контактную информацию.

Интерес со стороны сварщиков обусловлен тем, что из всего многообразия рекламы именно этот вид требует применения сварных металлоконструкций. Конструктивно рекламные щиты выполнены по одинаковой схеме. Колонна (стойка), на которой закреплена прямоугольная рама, одна или несколько. Рама обшита, как правило, фанерой для наклейки плакатов. Существует множество конструктивных вариантов рекламных щитов, но в городе Тольятти наибольшее распространение получили щиты на основе круглых колонн и трехстоечных щитов. Причем, если нормативный срок эксплуатации щитов на круглых колоннах выработан, и они выведены из эксплуатации, то трехстоечные щиты еще радуют глаз обывателя. Но, с учетом исчерпания эксплуатационного ресурса и этими металлоконструкциями, разработка технологических решений по производству рекламных щитов является актуальной.

Традиционно в Тольятти наибольшее распространение получили трехстоечные щиты. Следует отметить ряд вопросов как к примененному в базовом варианте способу сварки при их изготовлении, так и непосредственно к самой конструкции трехстоечного щита. Поэтому, сформулируем цель бакалаврской работы следующим образом: «Повышение производительности, снижение металлоемкости при сварке трехстоечных



рекламных щитов».

# 1 Анализ исходных данных и известных технических решений

## 1.1 Описание конструкции и условий эксплуатации рекламных щитов

Рекламные щиты в настоящее время являются одним из самых распространенных вариантов наружной рекламы. Располагаются они, как правило, вблизи от улиц и автомагистралей. Таким образом, данный вид наружной рекламы рассчитан на пешеходов и водителей. данная реклама занимает лидирующее положение среди других видов, и по эффективности сравнима только с перетяжками, активно применяющимися в центрах городов. Данный вид рекламы появился в Соединенных Штатах (поэтому и второе его название «billboard», произносимое как «биллборд», буквально «плакатная доска»).

Изготовление рекламных щитов является достаточно трудоемким и ответственным, как и их установка. Данное сооружение, должно эксплуатироваться длительный срок, соответствовать различным погодным условиям и приносить прибыль хозяевам. Как правило конструкция билбордов включает в себя раму (каркас), обитую плоскими стальными листами, чаще фанерой (рекламное поле), и закрепленной на опоре.

В большинстве случаев выполняют поле щита размером – 3х6 м. Практика показывает, что данная величина поля достаточна, чтобы водители и пассажиры проезжающего транспортного средства заметили информацию уже издалека, и, контролируя дорожную ситуацию, могли периодически обращать внимание на размещенную на придорожных щитах информацию. Главный принцип, который используют дизайнеры при разработке рекламных билбордов, броскость и краткость. Иногда на билборде присутствует только изображение товара и телефонный номер компании. Но преподнесенная таким образом информация надолго запоминается. Как правило изготовление билборда предусматривает возможность подсветки

конструкций, тогда возможность ознакомления с информацией имеется и в ночное время.

Кроме одного из самых распространенных - одностороннего щита размером 3х6 м, рисунок 1.1, изготавливают и устанавливают другие

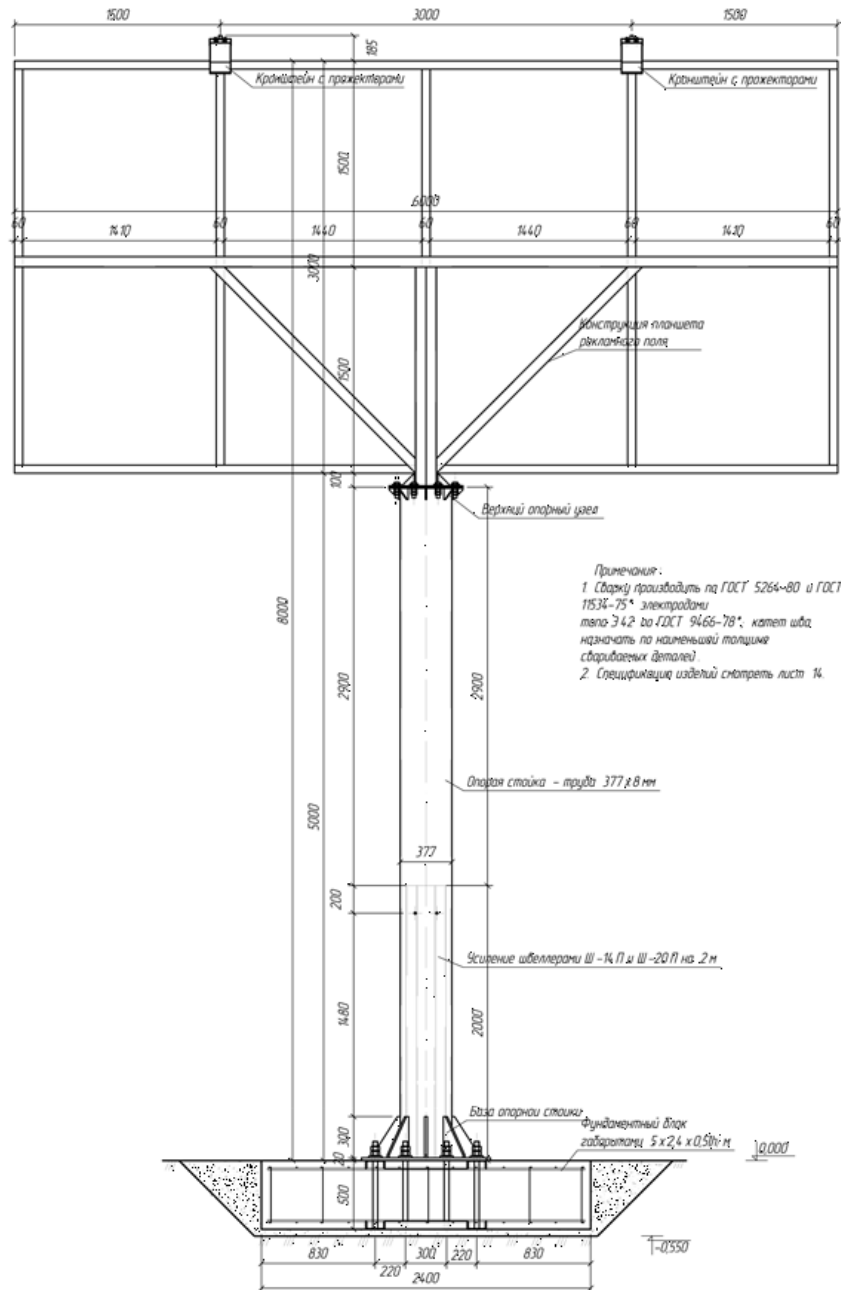


Рисунок 1.1 – рекламный щит с полем 3х6 м.

варианты рекламных щитов: различных размеров: 3х12, 4х12, 5х12, 5х10, 5х15; с разным числом несущих сторон – односторонних, двусторонних,

трехсторонних, четырехсторонних; с плоским, V-образным или треугольным рекламным полем.

Наибольшее распространение в Тольятти получили трехсторонние биллборды, рисунок 1.2.



Рисунок 1.2 – Биллборды трехсторонние

Главные нагрузки, действующие на рекламные щиты – ветровые. Для определения нормативного значения средней составляющей ветровой нагрузки над поверхностью земли следует использовать формулу 6, СНиП 2.01.07-85.

$$W_m = W_0 \cdot k \cdot c \quad (1.1)$$

где  $k = 0,75$  м - коэффициент, учитывающий изменения ветрового давления по высоте, п.6.5 СНиП 2.01.07-85.

$W_0$  – нормативное значение ветрового давления. Для Самарской области, III ветровой район согласно СНиП 2.01.07-85 составит  $38 \text{ кгс/м}^2$ ;

$c = 0,8$  - аэродинамический коэффициент, п. 6.6 СНиП 2.01.07-85.

Тогда для рекламного поля размером  $3 \times 6$  м, расположенного на высоте 5 м, получим значение

Расчетная нагрузка определяется

$$W = W_m \cdot \gamma_f \cdot F \quad (1.2)$$

где  $\gamma_f$  – коэффициент надежности по ветровой нагрузке, согласно п. 6.11 СНиП 2.01.07-85 составляет 1,4;

$F$  – площадь рекламного поля, составляет  $18 \text{ м}^2$ .

$$W_m = 38 \cdot 0,75 \cdot 0,8 = 22,8 \text{ кгс/м}^2$$

$$W = 22,8 \cdot 1,4 \cdot 18 = 574 \text{ кгс.}$$

Изгибающий момент, максимальная величина у заделки стоек, определим исходя из высоты стоек  $L = 5$  метров.

$$M_{изг} = W \cdot L \quad (1.3)$$

$$M_{изг} = 574 \cdot 5 = 2873 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 287300 \text{ кгс} \cdot \text{см.}$$

Осейвой момент сопротивления, способный воспринимать изгибающий момент для стали 3,  $[\sigma] = 30 \text{ кг/мм}^2$ , определим:

$$W_x = M_{изг} / [\sigma] \quad (1.4)$$

$$W_x = 287300 / 3000 = 95 \text{ см}^3.$$

Таким образом, сопротивление ветровой нагрузке обеспечит сечение с осевым моментом сопротивления  $95 \text{ см}^3$ .

Рассмотрим конструкцию наиболее распространенного трехстоечного билборда. Традиционно стойки выполнены из сваренных в коробчатое сечение швеллеров №12 с  $W_x = 50,6 \text{ см}^3$  каждый, суммарное  $W_{x\Sigma} = 300 \text{ см}^3$ . Таким образом, сечение обеспечено 3х кратным запасом прочности по ветровой нагрузке.

1.2 Свойства материала, из которого изготовлен щит рекламный  
Учитывая условия эксплуатации колонны, нагрузки, проектировщиками заложена в качестве материала сталь 09Г2С по ТУ 14-1-1210-91. В качестве заменителей данной стали нормативные документы предлагают следующие: 09Г2, 09Г2ДТ, 09Г2Т, 10Г2С.

Для изготовления стоек билбордов применяется металлопрокат самый разнообразный. В зависимости от конструктивного исполнения может быть применен двутавр, швеллер, уголок, стальной лист горячекатаный. Стоимость металлопроката из стали 09Г2С составляет в пределах 25000...30000 рублей за тонну.

Определим свариваемость стали 09Г2С. Приблизительно оценим свариваемость стали 09Г2С по формуле:

$$C_3 = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}, \quad (1.1)$$
$$C_3 = 0,12 + \frac{1}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3+0,3}{15} = 0,39 \leq 0,5\%$$

Свариваемость выбранного материала – хорошая, предварительный и сопутствующий подогрев при сварке – не требуется.

### 1.3 Анализ вариантов устранения недостатков базового технологического процесса сварки щита рекламного

Для изготовления рекламных щитов (билбордов) применяется ручная дуговая сварка штучными электродами (лист 17.КП.СОМДиРП.000.11.000

графической части). В качестве сборочного приспособления используется ровная плита.

К недостаткам ручной дуговой сварки следует отнести малую степень механизации и автоматизации, и низкую производительность процесса. Кроме того, применение штучных электродов при данном способе ведет к большому расходу присадки (штучных электродов), из-за того, что в держателе электрода остается огарок электрода. Применение штучных электродов также не позволяет существенно увеличивать сварочный ток. Поэтому для данного способа характерна низкая производительность.

Кроме того, использование для сборки под сварку простейших приспособлений, струбцины и пр, также снижает производительность и качество.

К важнейшим средствам увеличения производительности труда, качества выпускаемой продукции, улучшения условий труда в сварочном производстве можно отнести механизацию и автоматизацию. Сварочное производство можно отнести к комплексным видам производства. Оно включает в себя помимо основных операций, сборки, сварки, правки, термообработки, отделки сварных конструкций еще и вспомогательные операции, к которым можно отнести транспортные, наладку оборудования, обслуживание, ремонт. Причем, операции не относящиеся к сварке в сварочном цехе (участке) составляют около 70% общей трудоемкости работ сварочного цеха, участка. При выполнении именно сварочных операций, в том числе и механизированными методами сварки, выполняется ряд вспомогательных операций. Например, установка и кантовка изделий под сварку, зачистка кромок и швов, сбор флюса, установка автомата на начало шва, отвод автомата или перемещение изделия и др. На выполнение таких вспомогательных операций приходится около 35% трудоемкости именно сварочных операций. Поэтому комплексная механизация сварочных производств чрезвычайно важна, так как, если механизировать только сам

процесс сварки, не будет обеспечен высокий уровень механизации всего производства продукции.

В процессе производства сварных металлоконструкций применяют следующие методы выполнения операций: ручную, кооперированно-ручную, механизированно-ручную, механизированный и автоматический. При использовании ручного метода для выполнения операций расходуется энергия людей, оборудование, приспособления и инструменты, не применяются. Например, детали и узлы переносят вручную, визуальный контроль выполняют невооруженным глазом и др. Кооперированно-ручной метод предусматривает применение оборудования, приспособлений или инструментов, для функционирования которых требуется энергия людей: детали перевозят на тележке, детали собирают в приспособлении и др. Механизированно-ручной метод предусматривает совместное применение энергии людей и машин: для рубки применяется пневматический молоток, для зачистки применяется электрическая или пневматическая шлифовальная машинка и др. Все перечисленные методы, (ручной, кооперированно-ручной и механизированно-ручной) при оценке уровня механизации относят к категории «ручной труд».

Механизацию производственного процесса определяют как замену ручного труда работой машин. Если технологические операции механизированы, непосредственно обработку, сборку или сварку выполняют машины, а человек управляет машиной и выполняет ручную вспомогательные приемы. Высшая ступень механизации – автоматизация. В автоматизированном производстве машины выполняют и функции управления. А человек налаживает машины и наблюдает за их работой. Машины, применяемые для механизации и автоматизации технологических операций и производства, классифицируют на механизированные, полуавтоматы и автоматы.

В механизированной машине механизмы выполняют сам процесс непосредственной обработки. В установке, закреплении и съеме



обрабатываемых изделий, управлении механизмами машины и контроле качества обработки задействованы рабочие.

Вспомогательные приемы производят как с применением так и без применения средств механизации. Например, возможна установка изделия под сварку с применением кранов, поворотных устройств или вручную. С увеличением специализации машин повышаются и объемы механизации вспомогательных приемов. Часто механизированные машины называют просто машинами. Например, механизированная машина для обработки резанием называется станком, для обработки давлением — прессом, для сварки — установкой, станком и машиной.

В машине-полуавтомате автоматизирован процесс самой обработки, вспомогательных перемещений и управления исполнительными механизмами в пределах одного цикла работы. Установка и съем обрабатываемых изделий выполняется вручную. Чтобы повторить цикл работы такой машины необходимо вмешательство человека чтобы установить деталь (узел) и запустить оборудование. Человек также нужен для наладки полуавтоматов, контроля, смены инструмента, кассет и электродов, удаления отходов.

В машине-автомате обеспечена автоматизация всего цикла технологической операции, вместе с вспомогательными движениями и управлением механизмами. Система управления повторяет циклы без участия человека. Человек заполняет обрабатываемыми изделиями и вспомогательными материалами магазины-накопители, загрузочные устройства, питатели, выполняет наладку автоматов, контролирует и их, меняет инструменты, электроды, удаляет отходы. На некоторых типах автоматов автоматически выполняются контроль обработки, смена инструмента и удаление отходов.

Возможна комплексная и частичная механизация и автоматизация. Частичная, охватывает только некоторые операции процесса производства сварных металлоконструкций. Комплексная, охватывает ряд

последовательных операций обработки, включая перемещение между операциями.

Для комплексной механизации и автоматизации необходимо применение механизированных, комплексно-механизированных, автоматизированных, автоматических и комплексно-автоматических линий.

В условиях мелкосерийного и единичного производства применение комплексной механизации не всегда экономически оправдано.

Таким образом, вид механизации и автоматизации определяется характером производства. Для массового и крупносерийного производства экономически рентабельно применение дорогостоящих специальных автоматов и автоматических линий, обеспечивающих высокую производительность и низкую себестоимость. Для массового выпуска продукции затраты на автоматические линии окупаются в короткие сроки. Для единичного и мелкосерийного производства специальное оборудование в большинстве случаев нерентабельно по причине высокой стоимости, низкой загрузки и простоев оборудования и производственных площадей.

Поэтому для единичного и мелкосерийного производства применяют универсальные механизированные машины. Однако, возможна комплексная механизация и автоматизация в мелкосерийном производстве за счет внедрения универсального оборудования, обладающего определенной гибкостью. Многономенклатурных комплексно-механизированных линий, машин с программным управлением и промышленных роботов.

Механизация и автоматизация может быть первичной и вторичной. Первичная механизация и автоматизация, заменяет ручные процессы. Вторичная механизация и автоматизация, приходит на смену действующего механизированного или автоматизированного процесса по причине осуществления более совершенных и современных технических решений. Вторичная механизация и автоматизация может проводиться многократно по мере развития технологий.

Учитывая небольшую программу выпуска нашего изделия предлагаем механизировать процесс подачи электродной проволоки, т.е. применить полуавтоматическую сварку. Представляется целесообразным остановить свой выбор на механизированной сварке в среде углекислого газа. Во всяком случае, сварка под слоем флюса в различных пространственных положениях существенно затруднена, а порой невозможна. Применение аргона в качестве защитного газа нецелесообразно, так как он дорогой газ. Сварка порошковой проволокой возможна во всех пространственных положениях. Сварка порошковой проволокой возможна как в среде защитного газа так и самозащитной проволокой. Во втором случае мы имеем преимущество, так как не нужны баллоны с защитным газом, защитный газ не расходуется. Но все же стоимость порошковой проволоки выше обычной проволоки. Поэтому лучше будет если мы применим сварку механизированную в среде CO<sub>2</sub>. Кроме того, для фиксации деталей при сварке рекомендуем применить сборочное приспособление.

#### 1.4 Анализ известных технических решений при сварке узлов щитов рекламных

Основу для разработки техпроцесса сварки составляют: химический состав; свойства свариваемого металла; условия эксплуатации изделия.

Проведенный выше анализ показал, что сталь 09Г2С обладает хорошей свариваемостью, относится к первой группе. Поэтому такие способы как электронно-лучевая и другие специальные способы анализировать нецелесообразно. Указанные способы требуют для реализации конструктивно сложного и дорогостоящего оборудования. Технология сварки по указанным способам требует задействовать высококвалифицированных рабочих. Применение перечисленных способов сварки оправдано при изготовлении узлов из специальных металлов, уникальных изделий.

Конструкция сварных соединений и толщина комплектующих не позволяют рекомендовать к применению технологии контактной сварки, которые высокопроизводительны и легко поддаются механизации и автоматизации.

Возможен вариант газопламенной сварки. Газопламенные – это виды обработки, когда обрабатываемый металл греют пламенем от сжигания газов или паров горючих жидкостей, как правило, в смеси с кислородом, рисунок 1.3.

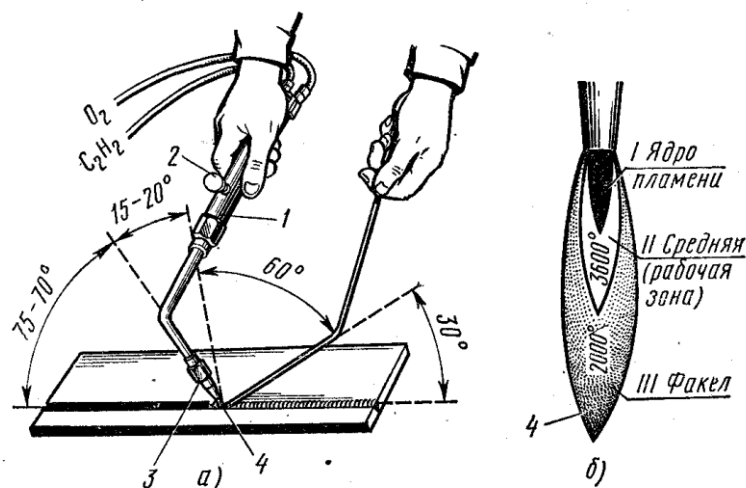


Рисунок 1.3 – Газопламенная сварка

Температура газового пламени позволяет проводить сварку, паять, резать металл, наплавлять на деталь слой обладающий нужными свойствами, греть отдельные участки деталей для проведения локальной термообработки, правки или очистки.

В процессе газопламенной сварки соединяемые кромки деталей греют пламенем газовой горелки до температур, превышающих температуру плавления свариваемого металла. После образования сварочной ванны производят перемещение сварочной горелки по стыку соединяемых деталей, последовательно производя его оплавление. Уже расплавленный металл, при этом, остывает, кристаллизуется и происходит образование сварного шва. Если нужно получить сварной шов с усилением, в пламя вводят присадочный пруток или проволоку. Присадочный металл расплавляется и стекает в сварочную ванну.

Преимущества данного способа сварки следующие: возможность сварки металла малой толщины; технология сварки металлов, для которых необходим предварительный подогрев и замедленное охлаждение сварного шва значительно упрощается; возможность соединения широкого спектра металлов, в том числе и цветных; простота и дешевизна применяемого оборудования.

Однако, в сравнении с другими источниками тепла, которые используются при сварке плавлением, электрической дугой, например,

газовое пламя является менее сосредоточенным источником тепла. Диаметр пятна нагрева от газового пламени в 2,5...3,5 раза превышает диаметр пятна нагрева от сварочной дуги и достигает в некоторых случаях 6...8 см. Поэтому при такой же эффективной тепловой мощности, как у сварочной дуги от газового пламени в свариваемую деталь вводится через единицу площади до 8...12 раз меньшее количество тепла, чем дуги. Следовательно, чтобы разогреть металл газовым пламенем до температуры плавления, нужно больше времени, чем в случае нагрева электрической дугой, нагрев происходит медленнее. Поэтому производительность газопламенной сварки при увеличении толщин свариваемых металлов резко снижается.

При медленном нагреве, характерном для газопламенной сварки, свариваемый металл длительное время пребывает в зоне высоких температур. Это приводит к перегреву металла, и, как следствие, укрупнению зерна. Поэтому механические характеристики сварных соединений сталей (прочность, пластичность, вязкость) после газопламенной сварки ниже, чем после дуговой сварки [2].

Кроме того, большой размер зоны нагрева при сварке газовым пламенем вызывает увеличение деформаций.

Ручная дуговая сварка получила наибольшее распространение в промышленности, рисунок 1.4. Главное ее достоинство – простое конструктивно и в эксплуатации оборудование, высокая мобильность способа, возможность сварки различных металлов и сплавов.

При автоматической сварке под флюса между соединяемыми деталями и плавящимся электродом возбуждают дугу, перед дугой наносят слой флюса, рисунок 1.5. Под слоем флюса за счет тепла дуги образуется сварочная ванна и, при перемещении дуги, формируется шов. Тепло дуги, также плавит часть флюса, образуется слой жидкого шлака, который разогретые газы и пары металла оттесняют своим давлением и образуется пузырь закрывающий зону сварки. После кристаллизации шва на его поверхности происходит образование шлаковой корки. Слой флюса и шлак

обеспечивают защиту зоны сварки и остывающего шва от воздуха.

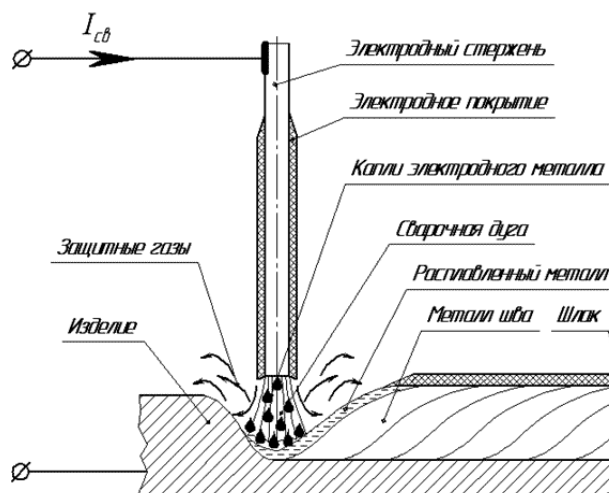


Рисунок 1.4 - Схема процесса ручной дуговой сварки штучными электродами

За счет перехода газов и неметаллических загрязнений в шлак, металл становится более чистым. Кроме того, в плавильном пространстве повышается давление за счет облегания его шлаком, происходит повышение давления в плавильном пространстве, дуга обжимается, что повышает ее эффективный КПД и проплавляющую способность.

Также нет разбрызгивания металла, что позволяет увеличить силу тока, по сравнению с ручной сваркой. Потери электродного металла составляют не более 2-4 %. Дугу в процессе сварки не видно, поэтому сварщик может обойтись без защитной маски и тяжелой защитной одежды [2].

Однако сварка под флюсом не лишена недостатков. Ее сложно выполнять в пространственных положениях шва, кроме нижнего потому что необходимо удерживать флюс.

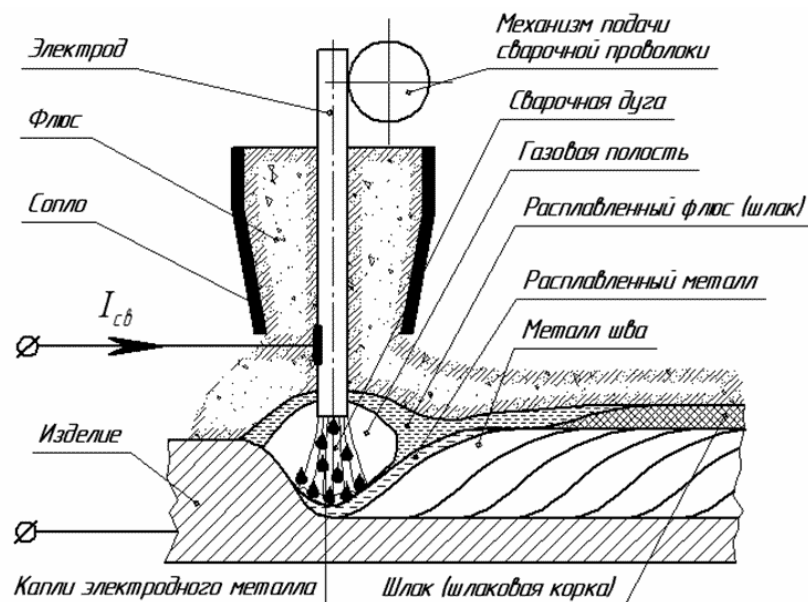


Рисунок 1.5 – Сварка под слоем флюса

Сложно вести контроль процесса горения дуги и формирования шва, потому что все закрыто флюсом. Пыль флюса и пары флюса представляют опасность здоровью сварщиков. Для сварки необходимо применять сложное дорогостоящее оборудование.

Широкое распространение получила механизированная дуговая сварка в защитных газах

У данного способа существуют многочисленные разновидности, однако его главная особенность в том, что при сварке в зону факела дуги подают газ, состав которого отличается от состава воздуха, рисунок 1.6. При этом вокруг факела дуги создается среда, защищающая расплавившийся основной и присадочный металл от вредного влияния воздуха.

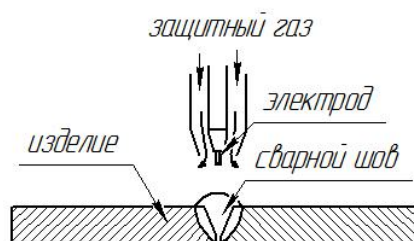


Рисунок 1.6 – Схема сварки неплавящимся электродом в среде защитного газа

Применяемые на практике разновидности дуговой сварки в защитных

газах многочисленны. Данный вид сварки может быть классифицирован по вариантам создания газовой защиты, по химическому составу защитного газа, по типу электрода, по роду сварочного тока, по степени механизации процесса.

Для правильного выбора состава защитной среды учитывают химический состав свариваемого металла и его свойства, толщину свариваемых кромок, используемый электрод, а также требования к сварным соединениям. Так, для сварки металлов, обладающих химической активностью используют инертные газы. Смесь инертных активных газов повышает устойчивость дуги, обеспечивает большую глубину проплавления свариваемого металла, уменьшает разбрызгивание металла в случае сварки плавящимся электродом, увеличивает скорость, а значит производительность сварки.

Из преимуществ сварки в защитных газах можно выделить следующие: высокая мобильность; высокая скорость сварки; сварку можно выполнять во всех пространственных положениях; можно соединять металл в диапазоне толщин - от миллиметра и менее до десятков миллиметров; оборудование сравнительно простое, дешевое и неприхотливое в эксплуатации; важным является экономия присадки за счет отсутствия т.н. огарка электрода.

Одним из вариантов механизации технологического процесса сварки является применение порошковой проволоки.

Порошковая проволока это непрерывный электрод, как правило трубчатой, но у него может быть более сложная конструкция, с порошкообразным наполнителем — сердечником. Сердечник может быть выполнен из смеси разнообразных минералов, руд, ферросплавов. В состав сердечника могут быть включены металлические порошки, различные химикаты и другие материалы. Компоненты сердечника, так же как и компоненты электродных покрытий защищают расплавленный металл от вредного влияния воздуха, раскисляют и легируют металл, связывают азот в стойкие нитриды, стабилизируют дуговой разряд и др. Компоненты сердечника должны еще, удовлетворять



требованиям, которые предъявляются ко всем сварочным материалам: должно быть обеспечено хорошее формирование сварного шва, шлаковая корка должна легко отделяться, должен обеспечиваться провар основного металла, разбрызгивание металла должно быть минимальным, должны отсутствовать поры, трещины, шлаковые включения и другие дефекты, требуемые механические свойства швов и сварных соединений и т. д.

Порошковые проволоки могут быть использованы для сварки без дополнительной защиты зоны сварки, способ FCAW\*NG, а также для сварки в защитных газах, способ FCAW\*AG в активных газах и способ FCAW\*IG в инертных газах, под флюсом, электрошлаковой. Если проволоку используют для сварки без дополнительной защиты, то она называется самозащитной. Компоненты, которые входят в состав сердечника самозащитной проволоки при нагреве и расплавлении создают в дуге требуемую газовую и шлаковую защиту расплавленного металла. В настоящее время максимальное распространение получили проволоки предназначенные для сварки в углекислом газе, а также самозащитные проволоки.

Сварка порошковой проволокой может осуществляться во всех пространственных положениях.

Для сварки порошковой проволокой характерной является высокая линейная скорость сварки, 14-20 м/час, для ручной дуговой сварки покрытыми электродами 4-8 м/час. Кроме того имеется возможность форсировать режим сварки. По сравнению с ручной дуговой сваркой производительность наплавки может быть повышена. Расход проволоки, по сравнению с РДС меньше, в среднем на 130%. Кроме того, повышается эффективность работы сварщика, так как нет необходимости останавливать процесс для смены электродов, и отпадает необходимость устранять дефекты возникающие при обрыве дуги.

Для способа характерным является высокая плотность тока, поэтому появляется возможность выплавлять дефекты в предыдущих слоях. Это уменьшает количество дефектов, снижает затраты на ремонт швов. Важным

для нашего случая является возможность выполнения швов при высоких значениях скорости ветра за счет особой системы защиты капель расплавленного металла, так и сварочной ванны.

Следует отметить простоту техники сварки порошковой проволокой. Практика показывает, что для переобучения сварщиков 5-6 разряда достаточно 10-12 дней.

К недостаткам следует отнести следующее: высокое разбрызгивание, особенно при сварке на больших токах, что требует использования специальной защиты (кожаные костюмы). Кроме того, процесс сварки сопровождается повышенным аэрозольным выделением.

### 1.5. Задачи работы

Анализ особенностей эксплуатации, базовой технологии изготовления щита рекламного (биллборда) показывают, что она не лишена недостатков. Так сварка швов, соединяющих две ветви сварной колонны, производится ручной дуговой сваркой. Для ручной дуговой сварки характерным является перерывы на замену электродов. Манипуляции электродом производятся сварщиком вручную, при этом производительность труда невелика, качество соединения зависит от субъективных характеристик сварщика. Кроме того, сила тока при данном виде сварки меньше, поэтому и скорость сварки меньше.

Еще одним из недостатков базового технологического процесса является то, что сборка в универсальном сборочном приспособлении не всегда обеспечивает высокое качество сварных соединений.

Хотя давно известна и широко применяется технология механизированной сварки в среде защитных и активных газов. Применение механизированной сварки позволяет экономить присадочный металл, производительность в данном случае выше.

Таким образом, для достижения поставленной в работе цели мы должны решить следующие задачи:

1. Подобрать режимы техпроцесса механизированной сварки щита
2. Разработать технологический процесс сварки рекламного щита
3. Разработать приспособление, обеспечивающее фиксацию компонентов билборда при сборке под сварку и прихватке
4. Проанализирована существующая система техники безопасности сварочного участка и предложены мероприятия по ее модернизации в связи с изменившимися обстоятельствами;
5. Рассчитана экономическая эффективность.

.

## 2 Разработка технологического процесса сборки и сварки щита рекламного

### 2.1 Выбор режимов сварки

Основные параметры режима полуавтоматической сварки в среде CO<sub>2</sub> следующие [2]: сила сварочного тока; скорость подачи электродной проволоки; сечение электродной проволоки; напряжение на дуге; скорость перемещения сварочной горелки; расход газа.

Сначала выбираем сварочную проволоку. При выборе сварочных материалов следует учитывать условия эксплуатации сварной конструкции, такие как рабочая температура, рабочее давление и т.п. Разные условия эксплуатации диктуют различные требования к свойствам сварного соединения, а, следовательно, и к его химическому составу. Во многих конструкциях значительную роль играет химическая активность рабочей среды, и, следовательно, требования к коррозионной стойкости изделия. Так, например, существенное значение при выборе материала играет наличие требований по стойкости к межкристаллитной коррозии (МКК). При наличии требований по стойкости изделия к межкристаллитной коррозии для сварки применяется один сварочный материал, в то время как при отсутствии требований к МКК используется более дешёвый и менее легированный сварочный материал.

Условия эксплуатации будут оказывать влияние и на возможность реализации мероприятий, позволяющих компенсировать или уменьшить негативное влияние сложностей при сварке. Так, например, чтобы избежать образования холодных трещин в высокопрочной стали, и упростить при этом технологию сварки, для малонагруженной сварной конструкции возможно использование аустенитного варианта сварки (т.е. получение аустенитного металла шва), в то время как такой вариант будет совершенно не применим для конструкций, работающих в тяжёлых условиях нагружения, или в условиях возможности развития межкристаллитной коррозии.

Проволоку необходимо подбирать так, чтобы свойства наплавленного металла и основного металла, и их химический состав совпадали.

Согласно [2] при сварке сталей 09Г2С, 09Г2, 09Г2ДТ, 09Г2Т, 10Г2С рекомендуется сварочная проволока Св-08ГС.

При назначении диаметра электродной проволоки при сварке в защитном газе, следует иметь в виду, что в последнее время наибольшее предпочтение отдаётся проволокам небольшого диаметра 0,8–1,2 мм. Использование таких проволок позволяет снизить разбрызгивание металла, обеспечить мелкокапельный или струйный перенос

электродного металла, увеличить стабильность процесса.

Режим сварки подбираем исходя из толщины свариваемого металла. Для толщины металла 3-5 мм и сварки угловых и нахлесточных швов [2] рекомендует следующие режимы сварки:

- диаметр проволоки – 1,8 мм;
- ток сварочный – 200-210 А
- напряжение на дуге – 26-32 В
- скорость подачи проволоки – 100-110 см/мин
- скорость сварки 19-23 см/мин

Для сварки угловых и нахлесточных и тавровых швов, в [2] рекомендуется следующий режим сварки для толщин 4-8 мм:

- диаметр проволоки – 1,8 мм
- сварочный ток – 220-230 А
- напряжение на дуге – 29-35 В
- скорость подачи проволоки – 120-130 см/мин
- скорость сварки 20-25 см/мин

## 2.2 Технологический процесс сборки и сварки изделия

Перечень операций по подготовке деталей к сварке приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Подготовка комплектующих биллборда к сварке

Наименование операции	Оборудование, инструменты	Технические требования условия
Очистка	Металлическая щетка, ветошь, уайт-спирит, пескоструйная установка	От масла, грязи, ржавчины и других загрязнений
Правка	Листоправильные вальцы	При необходимости в холодном состоянии

Разметка	Мел, угольник, рулетка, измерительная линейка	Согласно размерам чертежа
Резка	Гильотина, комбинированные пресс-ножницы для резки уголков	Механическая резка по разметке
Зачистка свариваемых кромок	Напильник, УШМ	От заусенцев
Контроль размеров полученных заготовок	Измерительная линейка, угольник, рулетка	На соответствие согласно размерам чертежа
Маркировка	Клеймо, мел, чертилка, краска	Для точной сборки конструкции

Сначала производится сборка под сварку элемента конструкции – рекламного поля. В ячейки сборочного приспособления устанавливаем уголки, фиксируем пневмоприжимами.

После чего производим сварку швов согласно чертежа.

Режимы сварки приведены в п. 2.1.

После сварки рекламного поля производится сборка колонны. В ячейки приспособления сборочного устанавливаем раскосные решетки рекламного поля, затем устанавливаем в приспособление трубы стойки. После чего на двутавры, в соответствии с направляющими, устанавливаем остальные раскосные решетки рекламного поля, плиту базы. На плиту базы устанавливаем косынки и фиксируем их ручными прижимами от поперечного перемещения.

После чего производим сварку швов согласно чертежа.

Режимы сварки приведены в п. 2.1 настоящей работы.

Сваренный рекламный щит с помощью кантователя переворачивается

на 180°. Производится дополнительная подсорка с оставшимися косынками, после чего производится их фиксация и сварка. Режимы сварки согласно п. 2.3.

Затем щит подвергается контролю. На данной операции, оставляем использовавшийся в базовой технологии визуальный контроль, 100%, и 20% длины шва контролируем методами УЗК, как и в базовой технологии.

Собранный и сваренный щит поступает на покраску и дальнейшие операции монтажа в полевых условиях.

### 3. Выбор оборудования и проектирование оснастки

Для реализации разработанного технологического процесса сварки колонны потребуется технологическое оборудование. На участке сборки и сварки в настоящий момент имеется следующее сварочное оборудование: сварочный аппарат АСДП-500; балластный реостат РБУ-400; оборудование для ацетилено-кислородной резки; пост рентгеновского контроля, вспомогательное оборудование – электропечь для сушки сварочных материалов, стеллажи и складские помещения.

Однако, с учетом того, что решено использовать механизированную сварку в смеси газов нам понадобится полуавтомат. Полуавтомат выбираем ПДПГ-500, рисунок 3.1.



Рисунок 3.1 – Полуавтомат ПДПГ-500

Полуавтомат предназначен для дуговой сварки плавящимся электродом (сплошной и порошковой проволоками) в защитных газах. У полуавтомата ан 4-х роликовый механизм подачи с эл. двигателем 95 Вт(120 Вт). Полуавтомат предназначен для эксплуатации в закрытых помещениях с естественной вентиляцией. Климатическое исполнение УЗ.1 по ГОСТ 15150-69. Не



допустимо использовать полуавтомат во взрывоопасной среде, содержащей токопроводящую и агрессивную пыль.

Кроме того, с учетом того, что принято решение о применении сборочных приспособлений необходимо произвести их конструирование.

Для сборки стойки под сварку разработано сварочное приспособление в основе которого применены двутавры. Общий вид приспособления показан на рисунке 3.2.

Приспособление состоит из следующих основных деталей и узлов: двутавров 16,17 – образующих базу приспособления; рычага прижимного 1, для крепления косынок в заданном положении; ложементов оголовка 5; упоров 11, на которые укладывают раскосные решетки и двутавры колонны; пластины центрирующие 8 служат для дополнительной ориентации рамы полотна биллборда.

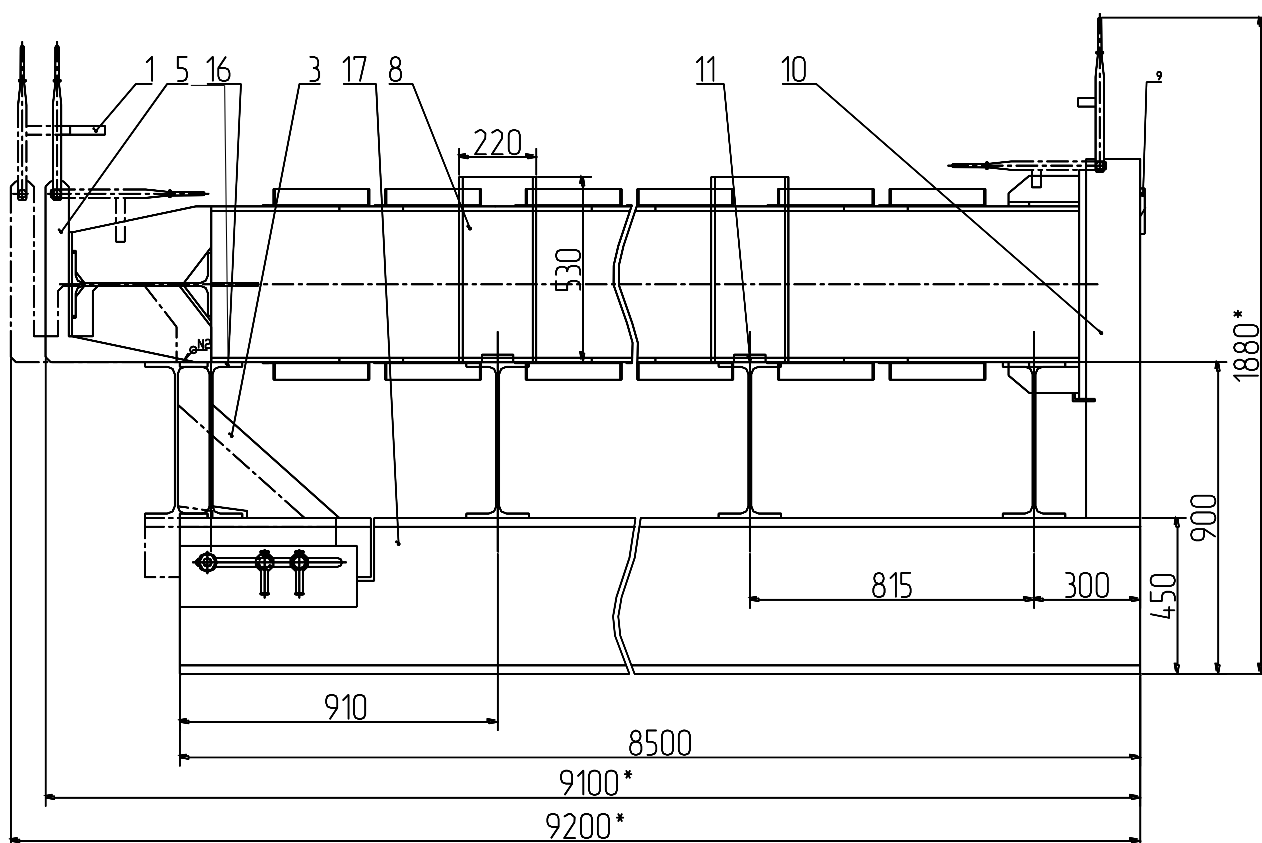


Рисунок 3.2 - Общий вид приспособления для сварки стойки биллборда

Сначала двутавры и уголки нарезают на пиле дисковой, в требуемый размер. Ложементы, в которые будут укладываться компоненты биллбордов точат на фрезерном станке и сверлят в них отверстия для винтовых прижимов и нарезают в отверстиях резьбу.

Детали основания 17, устанавливают на универсальный сборочный стол обеспечивая заданную геометрию и выполняют прихватку, длина прихваточного валика 20 мм при расстоянии между прихватками 100 мм. Прихватку выполняют РДС штучными электродами МР-3 диаметром 3 мм. Сила тока 100 А. После прихваток используя линейки, рулетки, угольники проводят проверку геометрии узла, исправляют несоответствия в размерах и деформации от сварки. Затем выполняют сварку швов РДС штучными электродами МР-3 диаметром 4 мм силу тока принимают 130 А.

После сварки выполняют зачистку сварных швов, дополнительно контролируют геометрию, исправляют остаточные сварочные деформации.

В ложементах, предварительно, резьбовые отверстия герметизируют асбестом, чтобы защитить от брызг сварки. Может пострадать резьба. Выполняют прихватку, длина прихваточного валика 10-15 мм сила тока 100 А, диаметр электрода 3 мм, электроды МР-3 или УОНИ-13/45. После прихватки повторно выполняют проверку геометрии, и после положительных результатов контроля выполняют сварку ложементов с основанием, сила тока 150 А, диаметр электрода 4 мм, электроды МР-3 или УОНИ-13/45. Далее устанавливают ограничители и аналогично прихватывают, по режимам, указанным выше, контролируют геометрию, затем производят сварку по режиму, указанному выше.

На завершающем этапе в резьбовые отверстия устанавливают винтовые прижимы. Сначала из резьбовых отверстий извлекают асбест, устанавливают прижимы и наносят консистентную смазку на резьбу.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта.

### 4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.

Тема бакалаврской работы: «Технология и оборудование для сборки и сварки стоек биллбордов».

В рамках выполнения работы предложен технологический процесс механизированной сварки стоек биллбордов.

На участке сборки и сварки в настоящий момент имеется следующее сварочное оборудование: сварочный аппарат АСДП-500 3; балластный реостат РБУ-400 8; оборудование для ацетилено-кислородной резки 6; пост входного контроля 1, вспомогательное оборудование – электропечь для сушки сварочных материалов 13, стеллажи и складские помещения 12. Дополнительно, для механизации процесса сварки, производится установка полуавтомата сварочного ПДПГ-500

Для производственных условий вообще характерно, как правило, наличие опасных и вредных факторов [7].

Опасным называется такой производственный фактор, при воздействии которого на работающего происходит внезапное ухудшение здоровья.

Вредным называется такой производственный фактор, при воздействии которого на работающего которого на работающего происходит заболевание или снижение трудоспособности [7].

Для разработанных в рамках бакалаврской работы технологических процессов характерными являются некоторые опасные и вредные производственные факторы. Их выявлению, анализу и разработке мероприятий по устранению действия на производственный персонал посвящен данный раздел бакалаврской работы.

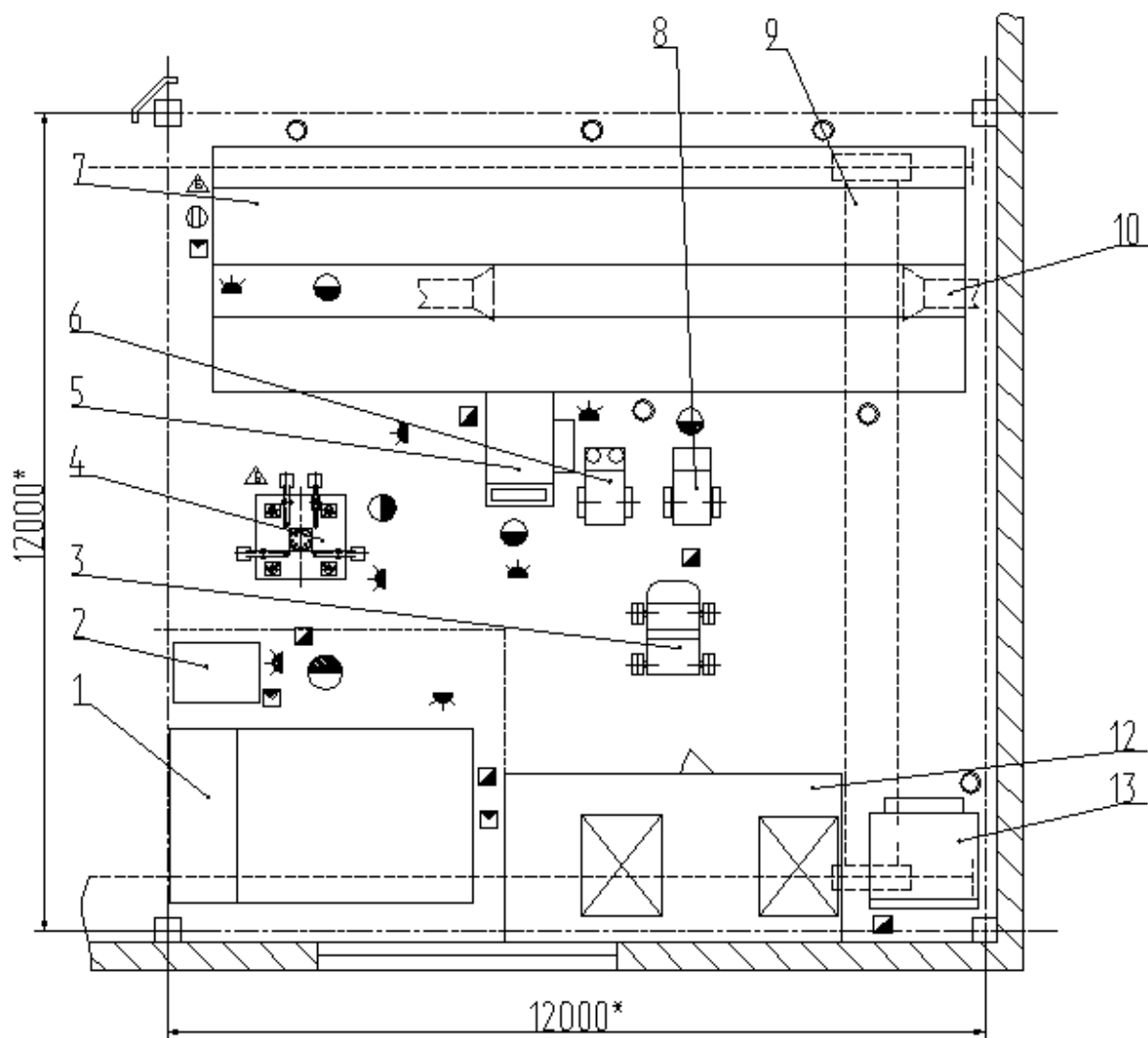


Рисунок 4.1 – Планировка участка сварки

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Сварка стойки	Подготовка комплектующих, контроль, сборка, сварка	Слесарь-сборщик, сварщик изделий из тугоплавких металлов,	источник питания, полуавтомат ПДПГ-500, приспособление сборочное	Комплектующие из стали, сварочная проволока Св-08Г2С, газ углекислый

## 4.2 Профессиональные риски на участке.

Технологический процесс сварки рамы транспортера сопровождается с опасностями, которые вызваны разными причинами, и могут привести человека к временной или полной нетрудоспособности, в зависимости от стечения обстоятельств или интенсивности воздействия.

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	Подготовка комплектующих, контроль, сборка, сварка	Физические: Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования, заготовки, материалы; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная пульсация светового потока; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенная температура воздуха рабочей зоны; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; повышенный уровень инфракрасной радиации; передвигающиеся изделия.	источник питания, полуавтомат ПДПГ-500, приспособление сборочное комплектующие из стали, сварочная проволока Св-08Г2С, газ углекислый

### 4.3. Мероприятия снижающие профессиональные риски участка сварки

Мероприятия по снижению профессиональных рисков сварочного участка предусмотрены следующие:

экспертиза условий труда и аттестация рабочих мест сварщика;

оценка состояния здоровья сварщика по результатам периодических медицинских осмотров.

Аттестация рабочих мест по условиям труда производится в Порядке, утвержденном Приказом Минздравсоцразвития России от 26.04.2011 N 342н.

### 4.4 Пожарная и техногенная безопасность участка сварки.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Сварки стоек	источник питания, полуавтомат ПДПГ-500, приспособление сборочное	пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е)	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды;	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок.

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Ящики с песком, кошма, огнетушитель ОУ-1	Пожарные автомобили или (вызываются)	Не применяется	Не применяются	Краны пожарные напорные пожарные рукава	Действия согласно плана эвакуации.	Лопата, багор, топор	Телефон в помещении и начальника участка

Основой, обеспечивающей пожарную безопасность нашего предприятия, являются организационные мероприятия. Организационные мероприятия включают в себя разработку мер (правил) пожарной безопасности на предприятии (приказов, инструкций положений и т.п.).

Поэтому для борьбы с пожарами разработан комплексный план мероприятий.

. Противопожарные мероприятия предусматривают инструктажи и обучающие занятия с сотрудниками и рабочими. Назначаются ответственные лица, обеспечивающие исправность и готовность к работе всех устройств по обеспечению противопожарной безопасности.

Периодически проводятся проверки и учения с производственным персоналом.

#### 4.5 Экологическая безопасность сварочного участка

Таблица 4.6 – Разработанные организационно-технические мероприятия

по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта		Сварка
Мероприятия снижению воздействия атмосферу	по на	Установить в систему вентиляции участка фильтры, которые улавливают частицы сажи
Мероприятия снижению воздействия литосферу	по на	Установка контейнеров, для селективного сбора бытового мусора и производственных отходов,

#### Заключение по разделу

Технология сборки и сварки стоек бильярдных столов сопровождается опасными и вредными производственными факторами. В ходе выполнения данного раздела бакалаврской работы был проведен их анализ.

На основе сделанного анализа деланы выводы о возможности их устранения и уменьшения, которые показали, что применение на участке сварки стандартных средств техники безопасности обеспечит сохранность жизни и здоровья.

Разработка специальных и дополнительных средств защиты не требуется.



## 5 Экономическая эффективность проекта

Базовая технология сварки стоек биллбордов предусматривает ручную дуговую сварку штучными электродами УОНИ-13/55. В проектном варианте применен процесс механизации сварки, который предусматривает механизированную сварку стоек проволокой Св-08Г2С.

Характеристика сравниваемых вариантов, базового и проектного, представлена в таблице 5.1. Здесь указаны недостатки базового варианта, и как они будут устранены в проектном.

Таблица 5.1 – Сравнительная характеристика вариантов

Базовый вариант	Проектный вариант
Высокий расход присадочного материала, так как даже если пользоваться фирменными держакками остаются огарки электродов.	За счет применения присадочной проволоки снижаются затраты на присадочный материал, так как огарки отсутствуют.
Сварщику в процессе выполнения шва необходимо контролировать длину дуги, вести электрод относительно свариваемых кромок и пр. Нужен сварщик высокой квалификации.	Поскольку подача присадочного материала механизирована, нет необходимости в сварщике очень уж высокой квалификации.
Применяется сборка стоек на универсальных приспособлениях с применением простых фиксирующих приспособлений, длительный, трудоемкий процесс	Применено приспособление позволяющее ускорить сборку.

### 5.1 Исходные данные для экономического обоснования

сравниваемых вариантов

Необходимые для проведения расчетов данные, занесены в таблицу

5.2.

Таблица 5.2 – Исходные данные для экономического расчета

№ п/п	Показатели	Усл. обозн.	Ед. изм.	Варианты	
				Баз.	Проект.
1	2	3	4	5	6
1	Программа годовая	Нпр	шт	500	500
2	Цена присадочного материала	Цэл	Руб/кг	86	69
3	Коэф. транспортно-заготовительных расходов	ктз	-	1,05	1,05
4	Часовая тарифная ставка	Сч	Руб/час	74,89	53,16
5	Коэф. доплат к основной заработной плате	Кд	-	1,88	1,88
6	Отчисления на дополнительную заработную плату	-	%	12	12
7	Социальные нужды	-	%	36,5	36,5
8	Цена оборудования	Цоб	Руб	40000	70000
9	Норма амортизационных отчислений на оборудование	На	%	18	18
10	Мощность установки	Му	кВт	3,64	4,4
11	Коэф. Полезного действия установки	КПД	-	0,7	0,78
12	Стоимость электроэнергии	Цээ	Руб/кВт	2,2	2,2
13	Удельный расход защитного газа	Узг	М <sup>3</sup> /час	-	50
14	Стоимость защитного газа	Цзг	Руб/м <sup>3</sup>	-	50
15	Стоимость аренды площади	Сэспл	Руб/м <sup>2</sup>	1800	1800
16	Стоимость приобретения производственных площадей	Цпл	Руб/м <sup>2</sup>	3000	3000
17	Площадь занимаемая оборудованием	S	М <sup>2</sup>	8	11
18	Затраты на монтаж (демонтаж оборудования)	-	%	2	2
19	Коэф. цеховых расходов	Кцех		2,50	2,50

Продолжение таблицы 5.2.

1	2	3	4	5	6
20	Коэф. заводских расходов	Кзав		1,8	1,8
21	Нормативный коэф. экономической эффективности дополн. капит. Вложений	Ен	-	0,33	0,33
22	Норма амортизационных отчислений на площадь	Напл	%	2	2

## 5.2 Штучного времени на изменившиеся операции сварки

Штучное время определяется по следующей формуле:

$$t_{шт} = t_{n-з} + t_0 + t_в + t_{отл} + t_{обсл} + t_{н.п} \quad (5.1)$$

где  $t_{n-з}$  – подготовительно-заключительное время,  $t_{n-з} = 0,05\%$  от  $t_0$

$t_0 = t_M$  – основное (машинное) время.

$t_в$  – вспомог. время  $t_в = 10\%$  от  $t_0$ .

$t_{отл}$  – время на отдых и личные надобности  $t_{отл} = 5\%$  от  $t_0$ ;

$t_{обсл}$  – время обслуживания рабочего места  $t_{обсл} = 8\%$  от  $t_0$ ;

$t_{н.п}$  – время неустранимых перерывов, предусмотренных технологическим процессом, в картах технологического процесса заложено  $1\%$  от  $t_0$ .

Машинное время для ручной дуговой и механизированной сварки определим по картам технологического процесса:

$$t_{об} = 0,056 \text{ час} = 3,40 \text{ мин.}$$

$$t_{опр} = 0,027 \text{ час} = 1,62 \text{ мин.}$$

Штучное время, базовый вариант

$$t_{шт.баз} = 3,40 + 0,34 + 0,17 + 0,27 + 0,034 = 4,21 \text{ мин.} = 0,070 \text{ час.}$$

Штучное время, проектный вариант

$$t_{шт.проект} = 1,62 + 0,162 + 0,081 + 0,129 + 0,0162 = 2,00 \text{ мин.} = 0,03 \text{ час.}$$

### 5.3. Капитальные вложения в оборудование

$$K_{общ} = K_{пр} + K_{соп} \quad (5.2)$$

где:  $K_{пр}$  – прямые капитальные вложения в оборудование, руб.;

$K_{соп}$  – сопутствующие капитальные вложения в оборудование, руб.

Прямые капитальные вложения рассчитываются по двум сравниваемым вариантам:

$$K_{пр} = \Sigma Ц_{об} * k_з \quad (5.3)$$

где  $\Sigma Ц_{об}$  – суммарная цена оборудования, руб.;

$k_з$  – коэффициент загрузки оборудования.

Количество единиц оборудования, необходимого для выполнения принятой программы изготовления изделий рассчитывается по формуле:

$$n_{об.расчетн} = \frac{N_{пр} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 60} \quad (5.4)$$

где:  $N_{пр}$  – программа выпуска изделий, шт.;

$t_{шт}$  – штучное время на изготовление одного изделия, мин.;

$\Phi_{эф}$  – эффективный фонд времени работы сварочного оборудования, час.

Для выполнения принятой  $N_{пр}$  принимаем целое число единиц оборудования ( $n_{об.прин}$ ).

Коэффициент загрузки сварочного оборудования рассчитывается по формуле:

$$k_з = \frac{n_{об.расчетн}}{n_{об.прин}} \quad (5.5)$$

Фонд времени работы сварочного оборудования:

$$\Phi_{эф} = (D_k - D_{вых} - D_{пр}) * T_{см} * S * (1 - k_{р.п}) \quad (5.6)$$

где:  $D_k$  – количество календарных дней в году;

$D_{вых}$  – количество выходных дней в году;

$D_{пр}$  – количество праздничных дней в году;  
 $T_{см}$  – продолжительность рабочей смены, час;  
 $S$  – количество рабочих смен;  
 $k_{р.п}$  – потери времени работы оборудования на ремонт и переналадку (0,06).

$$\Phi_{эф.} = (365 - 110 - 14) \cdot 8 \cdot 1 \cdot (1 - 0,06) = 1812 \text{ час.}$$

$$n_{об.расчетн.б} = \frac{700 \cdot 4,21}{1812 \cdot 60} = 0,027 \text{ шт}$$

$$n_{об.расчетн.пр} = \frac{700 \cdot 2,00}{1812 \cdot 60} = 0,012 \text{ шт}$$

$$k_{зб} = \frac{0,027}{1} = 0,027$$

$$k_{зпр} = \frac{0,012}{1} = 0,012$$

$$K_{прбаз} = 40000 \cdot 0,027 = 1080 \text{ руб.}$$

$$K_{прпроект} = 70000 \cdot 0,012 = 840 \text{ руб.}$$

Сопутствующие капитальные вложения рассчитываются только для проектного варианта:

$$K_{соп} = K_{монт} + K_{дем} + K_{площ} \quad (5.7)$$

$K_{монт}$  – затраты на монтаж нового оборудования;

$K_{дем}$  – затраты на демонтаж старого оборудования;

$K_{площ}$  – затраты на производственные площади под новое оборудование.

$$K_{монт} = \Sigma Ц_{об} \cdot k_{монт} \quad (5.8)$$

где:  $k_{монт}$  – коэффициент монтажа оборудования = 0,2.

$$K_{монт} = 70000 \cdot 0,2 = 14000 \text{ руб.}$$

$$K_{дем} = \Sigma Ц_{об} \cdot k_{дем} \quad (5.9)$$

где:  $k_{дем}$  – коэффициент демонтажа оборудования = 0,2.

$$K_{дем} = 40000 * 0,2 = 8000 \text{ руб.}$$

Затраты на площадь, дополнительно занимаемую под новое оборудование, рассчитываем по формуле:

$$K_{плоч} = S_{плоч} * Ц_{плоч} * g * k_3 \quad (5.10)$$

где:  $g$  – коэффициент, учитывающий проходы и проезды = 3.

$$K_{плоч} = 3 * 3000 * 3 * 0,12 = 5400 \text{ руб}$$

$$K_{ОБЩ}^{БАЗ} = K_{пр} = 5400 \text{ руб.}$$

$$K_{ОБЩ}^{ПП} = 840 + 14000 + 8000 + 5400 = 28240 \text{ руб.}$$

Удельные капитальные вложения в оборудование

$$K_{уд} = \frac{K_{общ.}}{N_{пр}} \quad (5.11)$$

$$K_{уд}^{БАЗ} = 1080/700 = 1,54 \text{ руб.}$$

$$K_{уд}^{ПП} = 28240/700 = 40,34 \text{ руб.}$$

#### 5.4 Расчет технологической заводской и цеховой себестоимости сравниваемых вариантов.

Затраты на материалы

$$ЗМ = ЗМ_{ОСН} + ЗМ_{ВСП}$$

Расчет затрат на основные материалы не производим, расход стали на стойки одинаков.

Затраты на вспомогательные материалы

Затраты на сварочные материалы

В базовом варианте ручная дуговая сварка штучными электродами

$$ЗМ_{СВПР} = ЗМ_{ЭЛ} \quad (5.12)$$

$$ЗМ_{ЭЛ} = H_{ЭЛ} \cdot Ц_{ЭЛ} \quad (5.13)$$

где  $Ц_{ЭЛ}$  – цена электрода, руб/кг;

$N_{ЭЛ}$  = норма расхода , кг.

Норма расхода электрода определяется по технологическим картам

$$N_{ЭЛ} = 1,448 \text{ кг.}$$

$$ЗМ_{ЭЛБА3} = 86 * 1,448 = 124,93 \text{ руб.}$$

Для проектного варианта

$$ЗМ_{СВИР} = ЗМ_{СВИР} + З_{газ} \quad (5.14)$$

Затраты на электродную проволоку

$$ЗМ_{СВИР} = Ц_{ПР} * N_{ПР}; \quad (5.15)$$

где  $Ц_{ПР}$  – цена электродной проволоки, руб/кг;

$N_{ПР}$  = норма расхода электродной проволоки, кг.

Норма расхода проволоки определяется по технологическим картам

$$N_{ПР} = 0,894$$

$$З_{СВИРПРОЕКТ} = 69 * 0,894 = 42,77 \text{ руб.}$$

Затраты на защитный газ (проектный вариант)

$$З_{з.ГАЗ.} = Ц_{з.Г.} * N_{з.Г.} \quad (5.16)$$

где  $Ц_{з.Г.}$  – цена защитного газа, руб/литр;

$N_{з.Г.}$  – норма расхода защитного газа на 1 погонный метр шва, литр.

Норма расхода защитных газов определяется по технологическим картам:

$$N_{з.Г.} = 11,62 \text{ л.}$$

$$З_{з.ГАЗ.} = 0,011 * 50 = 0,55 \text{ руб.}$$

Затраты на материалы в проектном варианте

$$ЗМ_{пр} = 42,77 + 0,55 = 42,828 \text{ руб.}$$

Затраты на электрическую энергию

$$З_{э-э} = \frac{P_{об} \cdot t_{о}}{КПД} Ц_{э-э} \quad (5.17)$$

где  $P_{об}$  – полезная мощность оборудования, кВт;

$Ц_{э-э}$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб/кВт·час;

КПД – коэффициент полезного действия установки.

Полезную мощность оборудования определим по режимам сварки: сила тока и напряжение.

$$P_{оббаз} = 120 \cdot 30 = 3600 \text{ Вт} = 3,6 \text{ кВт}$$

$$З_{э-э}^Б = \frac{3,6 \cdot 0,056}{0,7} 2,2 = 0,63 \text{ руб.}$$

$$P_{обпроект} = 210 \cdot 30 = 6300 \text{ Вт} = 6,3 \text{ кВт}$$

$$З_{э-э}^{ПР} = \frac{6,3 \cdot 0,027}{0,75} 2,2 = 0,49 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования рассчитываются по формуле:

$$P_{m.p} = \frac{C_{об} * H_{m.p} * k_3}{\Phi_{эф} * 100} \quad (5.19)$$

где  $H_{m.p}$  – норма отчислений на текущий ремонт оборудования,  $\approx 35\%$ ;

$$P_{тр}^Б = \frac{40000 * 35 * 0,027}{1812 * 100} = 0,20 \text{ руб.}$$

$$P_{тр}^{ПР} = \frac{70000 * 35 * 0,012}{1812 * 100} = 0,16 \text{ руб.}$$

Итого, затраты на оборудование

$$З_{об}^Б = 0,27 + 0,20 = 0,47 \text{ руб.}$$

$$З_{об}^{ПР} = 0,23 + 0,16 = 0,39 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию производственных площадей

$$З_{плоч} = \frac{C_{плоч} * S_{плоч} * Ha_{плоч} * t_{шт}}{\Phi_{эф} * 100 * 60} \quad (5.20)$$

где:  $C_{плоч}$  – цена  $1 \text{ м}^2$  производственной площади, руб.;

$Ha_{плоч}$  – норма амортизационных отчислений на здания, %;

$S_{плоч}$  – площадь, занимаемая сварочным оборудованием,  $\text{м}^2$ ;

$$З_{плоч}^Б = \frac{3000 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 4,21}{1812 * 100 * 60} = 0,01 \text{ руб.}$$

$$З_{плоч}^{ПР} = \frac{3000 * 11 * 2 * 2,00}{1812 * 100 * 60} = 0,01 \text{ руб.}$$



Затраты на заработную плату основных производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды.

Фонд заработной платы основных рабочих

$$\Phi ЗП = ЗПЛ_{осн} + ЗПЛ_{доп} \quad (5.21)$$

Затраты на основную заработную плату.

$$ЗПЛ_{осн} = t_{шт} \cdot C_{ч} \cdot k_{зпл} \quad (5.22)$$

где  $C_{ч}$  – часовая тарифная ставка рабочего, руб/час;

$t_{шт}$  – норма штучного времени, час;

$k_{зпл}$  – коэффициент начислений на основную заработную плату, 1,81.

$$ЗПЛ_{осн}^B = 0,034 \cdot 74,89 \cdot 1,81 = 4,60 \text{ руб.}$$

$$ЗПЛ_{осн}^{PP} = 0,016 \cdot 53,16 \cdot 1,81 = 1,53 \text{ руб.}$$

Затраты на дополнительную заработную плату

$$ЗПЛ_{доп} = \frac{k_{д}}{100} \cdot ЗПЛ_{осн} \quad (5.23)$$

где  $k_{д}$  – коэффициент, соотношения между основной и дополнительной заработной платой, 10%.

$$ЗПЛ_{доп}^B = 4,60 \cdot 10/100 = 0,46 \text{ руб.}$$

$$ЗПЛ_{доп}^{PP} = 1,53 \cdot 10 / 100 = 0,15 \text{ руб.}$$

$$\Phi ЗП_{баз} = 4,60 + 0,46 = 5,06 \text{ руб.}$$

$$\Phi ЗП_{проект} = 1,53 + 0,15 = 1,68 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды

$$O_{сн} = \Phi ЗП \cdot N_{соц} / 100 \quad (5.26)$$

где  $N_{соц}$  – коэффициент, который учитывает отчисления на социальные нужды, 30 %.

Базовый

$$O_{сн}^B = 34,29 \cdot 30 / 100 = 1,51 \text{ руб.}$$

Проектный

$$O_{CH}^{np} = 1,68 \cdot 30 / 100 = 0,50 \text{ руб.}$$

### Технологическая себестоимость

Технологическая себестоимость определяется как сумма всех затрат

$$C_{\text{ТЕХ}} = 3M + 3_{\text{Э-Э}} + 3_{\text{ОБ}} + 3_{\text{ПЛ}} + \Phi 3П + O_{\text{СН}} \quad (5.27)$$

### Себестоимость цеховая

$$C_{\text{ЦЕХ}} = C_{\text{ТЕХ}} + P_{\text{ЦЕХ}} \quad (5.28)$$

где  $P_{\text{ЦЕХ}}$  – сумма цеховых расходов, руб.

$$P_{\text{ЦЕХ}} = k_{\text{ЦЕХ}} \cdot 3_{\text{ОСН}} \quad (5.29)$$

где  $k_{\text{ЦЕХ}}$  – коэффициент цеховых расходов, 2,5;

$3_{\text{ОСН}}$  – основная заработная плата рабочих, руб.

### Себестоимость заводская

$$C_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + P_{\text{ЗАВ}} = C_{\text{ЦЕХ}} + k_{\text{ЗАВ}} \cdot 3_{\text{ОСН}} \quad (5.30)$$

где  $P_{\text{ЗАВ}}$  – сумма заводских расходов, руб.

$k_{\text{ЗАВ}}$  – коэффициент общезаводских расходов, 1,8

### Калькуляция себестоимости

Результаты расчетов себестоимости сведем в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 – Калькуляция себестоимости

№ п/п	Показатели	Усл. обозн	Калькуляция, руб	
			базов	Проект
1	2	3	4	5
1	Материалы	М	42,63	42,82
2	Зарботная плата	ФЗП	5,06	1,68
3	Социальные нужды	Осн	1,51	0,50
4	Расходы на оборудование	Зоб	0,47	0,39
5	Затраты на площади	Зпл	0,01	0,01
6	Затраты на электроэнергию	Зэ-э	0,63	0,49
	Себестоимость технологическая	Стех	992,51	38,63
7	Цеховые расходы		11,50	3,82
	Себестоимость цеховая	Сцех	1004,01	534,92
8	Заводские расходы		8,28	2,75

	Себестоимость заводская	Сзав	1012,29	537,67
--	-------------------------	------	---------	--------

### 5.5 Расчет экономической эффективности проекта

Условно-годовая экономия (ожидаемая прибыль от снижения себестоимости изготовления изделия)

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{у.г.} = \left( C_{зав}^б - C_{зав}^{пр} \right) \cdot N_{пр} \quad (5.31)$$

$$\mathcal{E}_{у.г.} = (1012,29 - 537,67) \cdot 700 = 332234,0 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект от внедрения более производительного оборудования

$$\mathcal{E}_{год} = \left[ \left( C_{зав}^б + E_n \cdot K_{уд}^б \right) - \left( C_{зав}^{пр} + E_n \cdot K_{уд}^{пр} \right) \right] \cdot N_{пр} \quad (5.32)$$

$$\mathcal{E}_{год} = \left[ (1012,29 + 0,33 \cdot 1,54) - (537,67 + 0,33 \cdot 40,34) \right] \cdot 700 = 323351 \text{ руб.}$$

#### Выводы по экономическому разделу

По сравнению с базовым вариантом трудоемкость в проектном варианте снизилась на 43%. Производительность труда повысилась на 75%.

Для осуществления проекта требуются капитальные вложения в размере 28240 руб. Срок их окупаемости составит около 0,5 года. За счет внедрения более производительного оборудования предполагается получить годовой экономический эффект в размере 323351 руб.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ конструкции биллбордов, условий эксплуатации, базовой технологии изготовления показал, что узким местом технологического процесса является низкая степень механизации технологического процесса. Для механизации предложено использовать механизированную сварку в среде защитных газов.

Поскольку решено использовать механизированную сварку в смеси газов понадобилось подобрать новый источник питания.

Разработано сборочное приспособление. За счет внедрения более производительного оборудования предполагается получить годовой экономический эффект в размере 323351 руб.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Колганов Л. А. Сварочное производство. Учебное пособие [Текст] / Л.А. Колганов. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. - 512 с.
2. Прыкин Б. В. Технология металлов и сварки : учеб. для вузов по спец. "Пр-во строит. изделий и конструкций" / Б. В. Прыкин. - Киев : Вища шк., 1978. - 240 с.
3. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: Учебник / Р.А. Фахрутдинов. – М.: ИНФРА – М, 2001.– 672 с.
4. Пейсахов А. М. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. для студентов немашиностроит. специальностей вузов / А. М. Пейсахов, А. М. Кучер. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Изд-во Михайлова В. А., 2004. - 406 с.
5. Гитлевич А.Д., Этитоф А.А. Механизация и автоматизация сварочного производства [Текст] / А.Д. Гитлевич, А.А. Этитоф. – М.: Машиностроение, 1987 – 280 с.
6. Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах : ПОТ РМ-020-2001 : ввод. в действие с 1 янв. 2002 г. - Москва : [б. и.], 2001. - 58 с..
7. Щекин В. А. Технологические основы сварки плавлением : учеб. пособие для вузов. - Изд. 2-е, перераб / В. А. Щекин - Ростов н/Д. : Феникс, 2009. - 345 с.
8. Мейстер Р. А. Нестандартные источники питания для сварки : учеб. пособие / Р. А. Мейстер. - ВУЗ/изд. - Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2004. - 96 с.
9. Цепенев Р. А. Автоматическое управление процессом сварки : учеб. пособие / Р. А. Цепенев ; ТолПИ ; Каф. "Оборуд. и технология сварочного пр-ва". - Тольятти : ТолПИ, 2001. - 76 с.
10. Корольков П. М. Термическая обработка сварных соединений трубопроводов и аппаратов, работающих под давлением / П. М. Корольков. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва : Стройиздат, 1987. - 233 с.

11. Акшенцева А. П. Структура и свойства никельмолибденовых коррозионностойких сплавов : (с атласом микроструктур) : справочник / А. П. Акшенцева. - Москва : СП Интермет Инжиниринг, 1999. - 204 с.
12. Изучение сварочного трансформатора : метод. указания к лаб. работе №4 по дисциплине "Электротехнологические установки" / сост. М. А. Бондаренко [и др.] ; науч. ред. В. М. Салтыков ; ТГУ ; Каф. "Электроснабжение промышленных предприятий". - Тольятти : ТГУ, 2003. - 13 с.
13. Косинцев В.И. Основы проектирования химических производств и оборудования / В.И. Косинцев [и др.] – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 395 с.
14. Действия населения в чрезвычайных ситуациях. Пособие. Под общей редакцией В.А. Владимирова. – М.: МЧС России, 1995.
15. Колганов Л. А. Сварочное производство : учеб. пособие / Л. А. Колганов. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2002. - 504 с.
16. Фатхутдинов Р.А. Организация производства: Учебник [Текст] / Р. А. Фахрутдинов – М.: ИНФРА – М, 2001.– 672 с.
17. Гостюшин А. В. Энциклопедия экстремальных ситуаций [Текст] / А. В. Гостюшин. — М.: Изд. «Зеркало», 1995.-288 с.
18. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка: Учеб. для сред. ПТУ [Текст] / В.М. Рыбаков. - 2-е изд. перераб.- М.: Высш. школа, 1986.- 208 с.
19. Рыбаков А.М. Сварка и резка металлов. Учебник для средних профессионально-технических училищ [Текст] / А.М. Рыбаков. - М.: Высшая школа, 1977.
20. Чебац В.А. Сварочные работы: Учеб. пособие [Текст] / В.А. Чебац - 3-е изд. перераб.- Ростов-на-Дону: изд. центр «Феникс», 2006. - 412 с.
21. Красовский А.М. Основы проектирования сварочных цехов [Текст] / А.М. Красовский. – М.: Машиностроение, 1979 – 319 с.
22. Волченко В.Н. Сварка и сварочные материалы, том . 1 [Текст] / В.Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1991 – 527 с.

23. Клюев В.В. Неразрушающий контроль и диагностика [Текст] /В.В. Клюев. - М.: Машиностроение, 1995. - 390 с.
24. Александров А.Р. Источники питания для дуговой сварки [Текст] / А.Р. Александров, В.С. Милютин. - М.: Машиностроение, 1982-427 с.
25. Источники питания для сварки: учеб.-метод.пособие / В. О. Харламов; ВолгГТУ. –Волгоград, 2016.–52 с.