

Реферат

Выпускная квалификационная работа 72 с., 9 рис., 27 табл., 22 источников, 13 листов демонстрационного материала (слайдов).

Ключевые слова: контактная сварка, пищевой контейнер, приспособление для сварки, рельефный способ сварки.

Цель работы – разработать технологию контактной сварки пищевого контейнера.

В результате выполнения дипломной работы была разработана конструкция пищевого контейнера. Подобран материал контейнера, выбраны способы сварки, разработан комплект конструкторской документации на изделие и приспособление для сварки.

В ходе работы были рассчитаны режимы сварки и проведены натурные эксперименты по получению сварного соединения многоточечным способом.

Для проверки качества сварных соединений были проведены контрольные испытания на скручивание и металлографическое исследование.

В результате экономической оценки было выявлено, что использование многоточечной сварки рельефным способом выгодно.

Выпускная квалификационная работа инженера выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и графическом редакторе “КОМПАС-3D V16” и представлена на диске CD-RW (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 72 p., 9 fig., 27 tab., 22 sources, 13 sheets demonstration material (slides).

Keywords: resistance welding, food container, a device for welding, relief welding method.

Purpose - to develop the technology of resistance welding food container.

As a result of the thesis was designed food container construction. Picked up the container material selected welding methods, developed a set of design documentation for the product and a device for welding.

During the welding modes were designed and conducted field experiments to obtain a welded joint multipoint method.

To check the quality of welded joints control tests were carried out on the twisting and metallographic examination.

As a result of the economic evaluation it found that the use of multi-point welding method is advantageous relief.

Final qualifying work of the engineer made in Microsoft Word 2016 word processor and a graphics editor "KOMPAS-3D V16" and presented in CD-RW drive (in an envelope on the back cover).

Содержание

Введение	10
1 Описание конструкции	11
1.1 Выбор материала и оценка свариваемости	11
1.2 Обоснование выбора способов сварки	14
1.3 Описание способов сварки	14
1.3.1 Характеристика аргонодуговой сварки неплавящимся электродом	14
1.3.2 Характеристика рельефной сварки	15
1.4 Выбор и расчет основных параметров режима сварки	16
1.4.1 Режимы сварки рельефным способом	16
1.4.2 Режимы аргонодуговой сварки	20
1.5 Выбор машины для сварки	20
1.5.1 Для сварки рельефным способом	20
1.5.2 Для аргонодуговой сварки	22
2 Экспериментальная часть	25
2.1 Контрольные опыты	25
2.2 Металлографическое исследование	28
3 Конструкторская часть	32
3.1 Сборка	32
3.2 Электроды	32
3.3 Расчет необходимого диаметра шара шаровой опоры	33
3.4 Проектирование изделия и электрода	35
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	37
4.1 Исходные данные для проведения сравнительного анализа	37
4.2 Нормирование технологического процесса	37
4.3 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки	41
4.4 Экономическая оценка эффективности инвестиций	44
5 Социальная ответственность	49
5.1 Производственная безопасность	49
5.1.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов	49
5.1.2 Общие требования безопасности на производстве	50
5.1.3 Шум и вибрации	50
5.1.4 Воздушная среда производственного помещения	52
5.1.5 Освещение	55
5.1.6 Техника безопасности при проведении сварочных работ	58
5.1.7 Пожаро- и взрывобезопасность	60
5.1.8 Электробезопасность	62

5.1.9 Расчет защитного заземления.....	64
5.2 Экологическая безопасность	66
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	68
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	69
Заключение.....	71
Список используемых источников	72

Диск CD-R

В конверте на
обороте обложки

ФЮРА. 760201.004 Презентация.

Файл Презентация Жилинский.ppt в формате PowerPoint 2016

ФЮРА. 760201.004 Пояснительная записка.

Файл Диплом Жилинский. docx в формате Word 2016

Графический материал:

Титульный лист	демонстрационный лист
Введение	демонстрационный лист
Общий вид контейнера	демонстрационный лист
Материал контейнера, выбор режимов и оборудования для сварки	демонстрационный лист
Конструкция верхнего и нижнего электродов	демонстрационный лист
Технологический процесс изготовления контейнера	демонстрационный лист
Сборка	демонстрационный лист
Сварка нижней части контейнера	демонстрационный лист
Сварка верхней части контейнера	демонстрационный лист
Экспериментальная часть	демонстрационный лист
Анализ сварных соединений	демонстрационный лист
Выводы	демонстрационный лист

Введение

На сегодняшний день пищевой контейнер производится за рубежом и в нашей стране распространяется через сетевой маркетинг. Ценообразование в сетевом маркетинге составляет разницу в три – четыре раза выше от оптовой цены промышленной фирмы производителя. Дистрибьюторам достается не менее семидесяти процентов от розничной стоимости товара.

Работа преследует задачу разработать оптимальную технологию контактной сварки контейнера, провести исследование процесса сварки для возможности уменьшения себестоимости изделия и дальнейшего выпуска товара для реализации в розничной сети.

Для осуществления поставленной задачи необходимо:

- 1 выбрать материал контейнера;
- 2 рассчитать режим сварки в первом приближении;
- 3 экспериментально довести рабочий режим сварки;
- 4 провести эксперименты по определению качества сварного соединения;
- 5 разработать конструкции электродов и оснастки для сборки;
- 6 разработать технологию контактной сварки контейнера;
- 7 предложить вариант рабочей машины контактной сварки рельефным способом.

1 Описание конструкции

Изделие предназначено для равномерной термической обработки пищевой продукции до 350°C, в объеме 1610 см³, имеет массу 144 грамма в форме открытого контейнера с габаритными размерами 170мм×86мм.

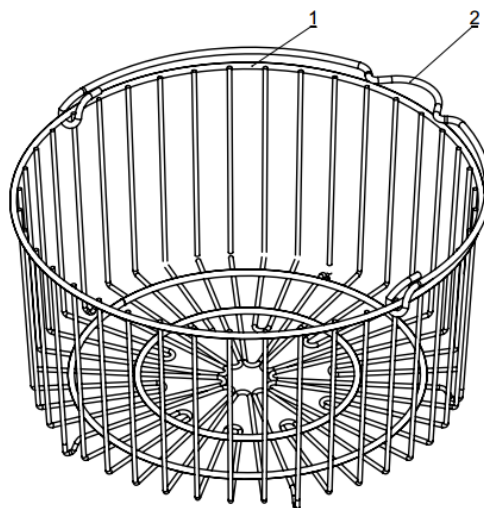


Рисунок 1 – Пищевой контейнер

Состоит из упорядоченного расположения деталей представляющих собой единообразную выгнутую форму из нержавеющей проволоки AISI-308L диаметром одна целая и шесть десятых миллиметра. Соединение деталей между собой осуществляется посредством связующих колец, диаметром две целых и четыре десятых миллиметра из той же марки проволоки из которой выполнены закладные детали. Сварное соединение деталей выполняется рельефным способом контактной сварки в местах их соприкосновения однотипно, по одному стандарту. Изделие не испытывает в ходе эксплуатации циклические нагрузки, в связи с чем сварное соединение является связующим и относится к группе Б по ГОСТ 15878 – 79.

1.1 Выбор материала и оценка свариваемости

Стали сохраняющие при охлаждении на спокойном воздухе структуру аустенита, относятся к аустенитному классу. Эти стали обладают ценным свойством: высокой коррозионной стойкостью (нержавеющие и кислотоупорные стали). При охлаждении до комнатной температуры от

$T=1100-1150^{\circ}\text{C}$ эти стали сохраняют однофазную структуру аустенита. Однофазное строение и высокое содержание хрома придают стали значительную стойкость против коррозии на воздухе, морской воде и в других химических активных средах (например, азотной кислоте). В связи с этим стали типа 18-9 называют нержавеющей сталью.

Для уменьшения опасности выпадения карбидов при сварке применяются хромоникелевые стали с низким содержанием углерода (до 0,07 %). В нержавеющей стали типа 18-9 структура чистого аустенита сохраняется при медленном охлаждении только тогда, когда сталь содержит углерода не более 0,02%. Более высокое содержание углерода при медленном охлаждении приводит к появлению в стали большего или меньшего количества карбидов хрома.

В случае нагрева стали 18-9 до $500-800^{\circ}\text{C}$, то избыток углерода в стали (сверх 0,02% растворенного в аустените) выделяются из раствора, образуя карбиды хрома. Выделение карбидов хрома связано с тем, что хром обладает большим сродством к углероду, чем железо. Карбиды хрома образуются по границам зерен аустенита за счет атомов хрома, расположенных вблизи от этих границ. Аустенит у границ зерен сильно обедняется хромом, что приводит к резкому понижению их коррозионной стойкости, межкристаллитной коррозии. Так как образование карбидов хрома по границам зерен связано с перемещением атомов углерода и хрома в твердом железе с процессами диффузии, оно требует достаточного времени для своего осуществления. Поэтому чем меньше длительность нагрева стали в опасном интервале температур, тем относительно выше температура опасного выпадения карбидов хрома. При рельефной сварке сталь в околошовной зоне неизбежно нагревается до температур, лежащих в опасном с точки зрения выпадения карбидов интервале. Однако длительность пребывания стали при этих температурах относительно не велика. Поэтому рельефная сварка может не вызывать межкристаллитной коррозии, как и требуемая температура эксплуатации изделия.

Коррозионностойкая хромоникелевая проволока марки стали AISI 308LSi (отечественный аналог 03X18H11) для сварки нержавеющей сталей обеспечивает высокую стойкость против межкристаллитной коррозии и высокое качество сварного шва. Широко применяется в пищевой промышленности, в нефтехиммашиностроении.

Таблица 1 - Химический состав AISI 308LSi

C, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	S, %	P, %	Cu, %	Ni, %	Mo, %	N, %
0,02	0,7	0,2	19,9	0,01	0,02	0,12	9,8	0,18	0.07

Содержание феррита 9 %.

Таблица 2 - Механические свойства:

Марка стали	Механические свойства стали		
Сталь AISI 308LSi	σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %
	450	600	35

Поведение аустенитных сталей при рельефной сварке и ее технологические режимы определяются следующими особенностями этих сталей:

1) для пластической деформации аустенитной стали при высоких температурах требуются значительно большие напряжения, чем для деформирования малоуглеродистой стали или другой стали перлитного класса.

2) при нагреве высокие показатели прочности стали, полученные при нагортке, резко понижаются, поэтому при рельефной сварке аустенитных сталей должны применяться относительно "жесткие" режимы ("жесткие" режимы сварки характеризуются малой длительностью сварочного нагрева); при сварке на жестких режимах зона нагрева выше температуры разупрочнения стали будет иметь минимальные размеры и разупрочнение произойдет в очень ограниченной области

3) аустенитные стали обладают сравнительно высоким электрическим сопротивлением и малой теплопроводностью, в связи с этим нагрев аустенитной стали при рельефной сварке осуществляется при меньшем токе

в сварочной цепи (и соответственно при меньшей мощности сварочной машины), чем при сварке деталей тех же размеров перлитной стали;

4) аустенитные стали обладают высоким коэффициентом линейного расширения при нагреве, что позволяет ожидать значительных деформаций при сварке, однако при рельефной сварке этих сталей из-за низкой их теплопроводности зона разогрева мала, деформации в ней не велики и не вызывают особых затруднений.

Из изложенного следует, что сборочные детали, свариваемые способом рельефной сварки должны свариваться на "жестких" режимах, возможно с применением повышенного давления на электроды и пониженной мощности.

1.2 Обоснование выбора способов сварки

Данную конструкцию предлагается сваривать двумя способами сварки:

1) связующие кольца - аргонодуговая неплавящимся электродом.

Хром входящий в состав аустенитной стали легко окисляется, образуя тугоплавкие окислы и существенно затрудняя получение качественного соединения в тех случаях, когда свариваемые поверхности при нагреве омываются воздухом, в связи с этим стыковая сварка аустенитной проволоки осложняется.

2) Все сборочные элементы – рельефная сварка.

Рельефная сварка предполагает возможность осуществления многоточечного соединения за относительно малый промежуток времени.

1.3 Описание способов сварки

1.3.1 Характеристика аргонодуговой сварки неплавящимся электродом

Основой сварочной горелки, применяемой в технологии сварки неплавящимся электродом, является вольфрамовый электрод. Исходящая от него электрическая дуга нагревает и расплавляет свариваемый материал. При необходимости осуществляется подача сварочной проволоки. При относительно небольшом зазоре между свариваемыми заготовками

присадочный материал во многих случаях вообще не требуется. Как правило, электрическая дуга зажигается без прикосновения вольфрамового электрода к заготовке. Для зажигания дуги используется временно подключаемый источник высокого напряжения. Сама сварка большинства металлов осуществляется с помощью постоянного тока.

Вокруг вольфрамового электрода расположена форсунка для защитного газа. Выходящий из неё поток газа защищает нагретый материал заготовок от вступления в химические реакции с окружающим воздухом и тем самым обеспечивает необходимую прочность и вязкость металла сварного шва. В качестве защитных газов применяются инертные газы аргон, гелий или их смеси. В отдельных случаях также применяется водород. Все эти газы являются химически пассивными.

Дуговая сварка неплавящимся вольфрамовым электродом в среде инертного газа подходит для любых материалов, поддающихся сварке. В основном же этот метод применяется для сварки нержавеющей стали, алюминиевых и никелевых сплавов. Концентрированная, устойчивая электрическая дуга обеспечивает высокое качество металла сварного шва и его гладкость, а также отсутствие брызг металла и шлака. Во многих областях применения данного метода сварки выгодно использовать пульсирующий сварочный ток, чтобы предотвратить слишком интенсивное плавление материала основы и вызванное им проваливание сварного шва. При использовании пульсирующего сварочного тока сварной шов легче всего формируется при сварке тонколистового металла, так как материал основы расплавляется лишь отрезками и снова застывает.

1.3.2 Характеристика рельефной сварки

Рельефная сварка – вид контактной сварки, аналогичной точечной, при котором соединение деталей происходит одновременно в нескольких точках, положение которых устанавливается рельефами (выступами). Детали контактируют по рельефам и сжимаются между электродами. Рельефная

сварка может осуществляться по одному или нескольким рельефам одновременно. Рельеф ограничивает начальную площадь контакта деталей, в результате чего при сварке в этой зоне повышается плотность тока и скорость тепловыделения. Первый этап начинается с обжатия деталей вызывающего пластическую деформацию микронеровностей в контактах электрод-деталь и деталь-деталь. Последующее включение тока и нагрев металла облегчают выравнивание микрорельефа, разрушение поверхностных окисных пленок и формирование электрического контакта. При рельефной сварке на данном этапе начинается осадка рельефа. Нагретый металл деформируется и образуется уплотняющий пояс.

Второй этап характеризуется расплавлением металла образованием ядра. По мере прохождения тока ядро растет до максимальных размеров – по высоте и диаметру. При этом происходит перемешивание металла, удаление поверхностных пленок и образование металлических связей в жидкой фазе. Продолжается процесс пластической деформации и тепловое расширение металла.

Третий этап начинается с выключения тока сопровождающегося охлаждением и кристаллизацией металла. Образуется общее для деталей литое ядро. По завершению процесса снимается усилие сжатия.

1.4 Выбор и расчет основных параметров режима сварки

1.4.1 Режимы сварки рельефным способом

Необходимо определить: время (длительность импульса) сварки ($t_{св}$), усилия сжатия свариваемых деталей ($P_{св}$), сварочный ток ($I_{св}$).

Исходными данными для режима сварки служат:

- 1) толщина каждой из деталей (отношение диаметров)
- 2) механические и теплофизические свойства свариваемых материалов
- 3) чувствительность металла к воздействию термомеханического цикла при нагреве, плавлении и кристаллизации литого ядра, влияние цикла в околошовной зоне.

Конструктивные элементы и размеры расчетных сварных соединений,

выполняемых контактной рельефной сваркой, устанавливаются по ГОСТ 15878-79. Стандарт допускает сварку деталей неодинаковой толщины, при этом размеры конструктивных элементов следует выбирать по детали меньшей толщины.

По условной схеме термдеформационного состояния металла зоны сварки диаметр контакта деталь-деталь приблизительно равен диаметру уплотняющего пояска (d_n) который соотносится к диаметру ядра ($d_{я}$) следующим отношением $d_n \approx 1,2 d_{я}$. Наименьший диаметр проволоки из которой выполнены детали равен 1,6 мм, отсюда принимаем диаметр ядра:

Диаметр литого ядра точки $d_{я} = 1,4$ мм.

Время сварки

В теории и практике КТС под термином «время сварки» понимается длительность $t_{св}$ импульса сварочного тока $I_{св}$. При неизменной силе сварочного тока $I_{св}$ время сварки $t_{св}$ определяет количество теплоты, которое в этом случае выделяется в зоне формирования соединения пропорционально длительности импульса тока. Поэтому с увеличением времени сварки растет проплавление деталей и, в большей мере, диаметр $d_{я}$ ядра расплавленного металла.

Вместе с этим при увеличении $t_{св}$ возрастает и влияние теплоотвода на характер распределения температуры в зоне сварки, которое сопровождается большим разогревом деталей и увеличением деформаций. Кроме того, при увеличении $t_{св}$ все большая часть теплоты отводится в окружающую зону сварки металл и в электроды, что приводит к уменьшению энергетического КПД процесса КТС. При некотором $t_{св}$ может наступить состояние теплового равновесия, при котором вся выделившаяся теплота отводится из зоны сварки, а количество теплоты в зоне сварки не изменяется. Это приводит к тому, что ядро расплавленного металла перестаёт расти. Следовательно, увеличение $t_{св}$ дальше момента теплового равновесия и энергетически, и технологически нецелесообразно потому, что ни к чему кроме увеличения разогрева деталей не приводит.

При жестком режиме длительность импульса сварочного тока $I_{св}$ в основном не более одной десятой секунды, принимают для расчета $t_{св} < 0,02s$, где s толщина детали.

Длительность импульса сварочного тока $t_{св} = 0,04$ с. (I-вариант)

$t_{св} = 0,08$ с. (II-вариант)

Усилие сжатия электродов

Усилие сжатия электродов (сварочное усилие) $P_{св}$ - один из важнейших параметров режима КТС, который оказывает влияние на все основные процессы, ответственные за формирование соединения, в частности, на микро- и макропластические деформации, на выделение и перераспределение теплоты, на охлаждение металла в зоне сварки и кристаллизацию его в ядре. Методики пересчета $P_{св}$ исходят из подобия процессов формирования соединений при сварке деталей из одних и тех же металлов разных толщин.

Усилие сжатия $P_{св} = \sigma_r^{600} \times F$,

где σ_r^{600} – предел текучести материала при 600°C, равный 120 Н/мм².

F – площадь сечения, равная 2 мм².

$$P_{св} = 120 \times 2 = 240 \text{ Н} = 24 \text{ кгс}.$$

Сила сварочного тока.

В практике традиционных способов КТС для сварочного импульса, длительностью $t_{св}$, усредненную силу сварочного тока $I_{св}$ чаще всего приближенно рассчитывают по следующей зависимости, которая получена из общеизвестного закона Джоуля – Ленца:

$$I_{св} = \sqrt{\frac{Q_{\Sigma\Sigma}}{m_r 2r_{дк} t_{св}}},$$

где $Q_{\Sigma\Sigma}$ — количество теплоты, выделяющееся в зоне сварки, которое требуется для образования сварного соединения заданных размеров.

m_r — коэффициент, который учитывает изменение сопротивления зоны сварки $r_{\Sigma\Sigma}$ в процессе формирования соединения (для коррозионно-стойких сталей — $m_r \approx 1,2$)

$2r_{дк}$ — электрическое сопротивление деталей в конце сварки, равное 120мкОм.

По уравнению теплового баланса

$$Q_{\Sigma} = Q_{\Pi} + Q_{Д},$$

где Q_{Π} – энергия затрачиваемая на нагрев до $T_{пл}$ столбика металла высотой (s_1+s_2) , s_1 и s_2 высота деталей и диаметром основания равным диаметру $d_{я}$ ядра, которая расходуется на нагрев до $T_{пл}$ объема металла большего, чем объем ядра и дает возможность учета скрытой теплоты плавления металла

$Q_{Д}$ – теплота расходуемая на нагрев деталей вокруг свариваемой точки.

Энергия, затрачиваемая на нагрев Q_{Π} находится по формуле:

$$Q_{\Pi} = (\Pi \times d_{я}^2 / 4) \times (s_1 + s_2) \times c \times \rho \times T_{пл},$$

где c – теплоемкость, равная $462 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$

ρ – плотность металла, 7900 кг/м^3

$T_{пл}$ – температура плавления материала, 1440°C ,

$$Q_{\Pi} = (3,14 \times 1,4^2 / 4) \times 10^{-6} \times (1,6 + 2,4) \times 10^{-3} \times 462 \times 7900 \times 1440 = 32,34 \text{ Дж}.$$

Теплота, расходуемая на нагрев деталей вокруг свариваемой точки $Q_{Д}$ находится по формуле:

$$Q_{Д} = k \times 2x \times (\Pi \times d_{я}^2 / 4) \times c \times \rho \times T_{пл} / 4,$$

где k – коэффициент, учитывающий среднюю $T_{пл}/4$, равный 0,8

x – расстояние, определяемое от границы ядра.

Расстояние, определяемое от границы ядра x находится по формуле:

$$x = 4 \times (a \times t_{CB})^{1/2}$$

где a – температуропроводность материала равная $4,11 \text{ мм}^2/\text{с}$,

$$x = 4 \times (4,11 \times 0,04)^{1/2} = 1,6 \text{ мм} \quad (\text{первый вариант } t_{CB} = 0,04 \text{ с})$$

$$x = 4 \times (4,11 \times 0,08)^{1/2} = 2,3 \text{ мм} \quad (\text{второй вариант } t_{CB} = 0,08 \text{ с})$$

$$Q_{Д} = 0,8 \times 20,86 \times 10^{-9} \times 7900 \times 462 \times 360 = 27,4 \text{ Дж} \quad (\text{в первом варианте})$$

$$Q_{Д} = 0,8 \times 30 \times 10^{-9} \times 7900 \times 462 \times 360 = 31,53 \text{ Дж} \quad (\text{во втором варианте})$$

$$Q_{\Sigma 1} = Q_{\Pi} + Q_{Д} = 32,34 + 27,4 = 59,74 \approx 60 \text{ Дж}$$

$$Q_{\Sigma 2} = Q_{\Pi} + Q_{Д} = 32,34 + 31,53 = 63,87 \approx 64 \text{ Дж}$$

$$I_{CB1} = (60 / 1,2 \times 120 \times 10^{-6} \times 0,04)^{1/2} = 3227,4 \text{ Дж}$$

$$I_{CB2} = (64 / 1,2 \times 120 \times 10^{-6} \times 0,08)^{1/2} = 2357 \text{ Дж}$$

Точность расчетов режима сварки представляет значительные

трудности по причине изменения в процессе сварки интенсивности выделения тепла которое пропорционально сопротивлению. Собственное сопротивление деталей и контактное сопротивление при сварке изменяются в широких пределах. Отсутствие постоянства теплофизических свойств – одновременное изменение теплопроводности и теплоемкости при нагреве. Поэтому расчеты тепловых процессов служат только для первого приближения к решению, которое корректируется контрольными опытами.

1.4.2 Режимы аргонодуговой сварки

Так как для расчёта режимов сварки неплавящимся вольфрамовым электродом не существует определённой методики, при их выборе воспользуемся рекомендациями [3].

Таблица 3- Режимы аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом постоянным током прямой полярности нержавеющей сталей AISI 308LSi

Тип соединения	Толщина материала, мм	Режим сварки	
		Ток, А	Расход газа, л/мин
Стыковое соединение	2,4+2,4	80-130	5-6

1.5 Выбор машины для сварки

1.5.1 Для сварки рельефным способом

Исполнение машины контактной сварки PMS 32-5

С - машина рельефной контактной сварки



Рисунок 2 - Машина контактной сварки PMS 32-5

Техническое описание

Основание (напольное) машины стойкое к действию крутящих нагрузок, каркасно-несущего типа с оребрением

Большой навесной шкаф для размещения блока управления сваркой, машиной и тиристорного ступенчатого усилителя

Полное разделение пространства м/у блоком управления машиной и блоком управления сваркой

Плавная установка нижней электродной арматуры по высоте

Цилиндр подачи электродов имеет точное (прецизионное) исполнение и защиту от нагрузок вращения

Соединительные проводники вторичной обмотки трансформатора очень короткие, поэтому достигнуто очень хорошее значение фактора мощности

Устройство установки по высоте нижней электрод. арматуры Плавное регулирование усилия на электродах

Перемещение цилиндра в прямом и обратном направлениях регулируется с помощью дросселей

Токонесущие элементы, детали и тиристорный блок имеют отдельные контура охлаждения

Обмотка сварочного трансформатора имеет водяное охлаждение и залита специальной смолой, цепь защиты от перегрева в первичной обмотке

При заливке первичной и вторичной обмоток обеспечивается их полная (вакуумная) герметизация

Блок редуктора давления состоит из: фильтр сжатого воздуха, редуктор давления, манометр и распылитель масла

Блок управления сваркой с LDC-дисплеем

Таблица 4 - Технические характеристики Рельефная сварка PMS 36-5

Номинальная мощность при ПВ 50% кВА	250
Ток короткого замыкания кА	151,0
Макс. сила тока при сварке кА	120,8
Допустимый рабочий цикл сварки при макс. силе тока	1,3%
Вылет электродов мм	175
Расстояние между хоботами мм	120
Усилие сжатия (короткий хобот) даН	3000
Сетевое напряжение В	380
Частота сети Гц	50/60
Габариты машины (ДхШхВ) мм	965 x 1198 x 2276
Вес машины кг	1075

1.5.2 Для аргонодуговой сварки

Принимаем для аргонодуговой сварки колец источник питания сварочный инвертор FUBAG IN 190.



Рисунок 3 - Сварочный инвертор FUBAG IN 190.

Сварочный инвертор FUBAG IN 190 предназначен для высококачественной сварки низко- и среднеуглеродистых сталей, низколегированных нержавеющей сталей и чугуна. Однофазные сварочные инверторы постоянного тока серии IN специально разработаны для периодических работ в строительстве, монтажных и ремонтных работ различной степени сложности. Благодаря уникально малой массе и габаритам они успешно применяются для работ в труднодоступных местах. Инвертор

IN 190 с диапазоном сварочного тока в режиме MMA 10-160 А и 10-190 А в режиме TIG обладает исключительной динамикой сварочной дуги. Главным отличием этого инвертора от других аппаратов линейки IN является встроенный блок коррекции мощности (PFC), который нивелирует колебания входного напряжения, что позволяет работать в диапазоне сетевого напряжения от 180 до 250В и включать аппарат через обычную вилку 16А/220В даже при интенсивном режиме эксплуатации. IN 190 может работать от длинного сетевого шнура, что особенно удобно на стройке с частыми перепадами напряжения. Аппарат оснащен специальным вентиляционным туннелем для удаления пыли, что позволяет избежать проблем во время работы в запыленных помещениях.

Отличительные функции:

- малые габариты и вес;
- небольшое энергопотребление;
- высокая стабильность сварочного тока при колебании напряжения в сети;
- стабильная дуга, функции регулирования силы дуги «Arc Force», «горячего старта» и защита от прилипания электрода;
- термозащита;
- защита от перегрузок, повышенного и пониженного напряжения;
- регулируемая функция HOT-START в соответствии с типом используемого электрода;
- возможность MMA и TIG LIFT ARC сварки (аргонодуговой сварки с облегченным контактным поджигом дуги (LIFT));
- микропроцессорное управление и цифровая индикация параметров сварки на передней панели аппарата позволяют эффективно отслеживать характеристики сварочного процесса;
- класс защиты IP 23 позволяет использовать аппарат на открытом воздухе.

Таблица 5 – Технические характеристики инвертора FUBAG IN 190

Характеристика	Значение
Напряжение питающей сети, В	220
Частота питающей сети, Гц	50/60
Предохранитель, А	16
Диапазон регулирования сварочного тока MMA, А	10-160
Диапазон регулирования сварочного тока TIG, А	10-190
ПВ, %	85
Напряжение холостого хода, В	72
Диаметр электрода, мм	1,6-4,0
Степень защиты	IP23
Габаритные размеры, мм	460x200x370
Вес, кг	7,9

2 Экспериментальная часть

2.1 Контрольные опыты

Методология проведения контрольных опытов исходит из следующих положений:

При теоретическом расчете режимов сварки проявляется закономерность – с увеличением длительности импульса сварочного тока в два раза, величина силы сварочного тока снижается на тридцать процентов.

Точность табличных данных для одинаковых толщин деталей при сходстве силы сварочного тока расходятся в величине усилия сжатия и продолжительности сварочного импульса. К примеру длительность импульса при сварке коррозионно – стойких сталей имеет диапазон в таблицах от четырех сотых секунды до двадцати четырех сотых секунды. При постоянстве параметров I_{CB} и t_{CB} режима увеличение P_{CB} вызывает уменьшение размеров ядра, прочности сварных точек при одновременном понижении и их стабильности. Если же увеличение P_{CB} сопровождается таким увеличением I_{CB} или t_{CB} , что размеры ядра остаются неизменными, то с ростом величины сварочного усилия прочность точек возрастает и становится более стабильной. [4]

При увеличении сварных точек на заданном периметре количество выделяемой теплоты увеличивается, что приводит к более интенсивному прогреву деталей в сравнении с расчетными данными на одну отдельно взятую точку.

Исходя из рассмотренных положений в опытах необходимо:

- 1) выявить силу сварочного тока исходя от расчетной величины
- 2) проанализировать длительность сварочного импульса при постоянстве остальных режимов
- 3) определить силу сжатия электродных пластин для выбранных значений длительности сварочного импульса и силы тока
- 4) определить соответствие геометрических размеров при

установленных режимах

5) провести металлографическое исследование

При проведении эксперимента была использована машина контактной сварки СЕА РРН 63.



Рисунок 4 - Машина контактной сварки СЕА РРН 63

Таблица 6 – Технические характеристики

Напряжение питания при 50 Гц 1~, В	400
Максимальная сварочная мощность, кВА	113
Мощность тока короткого замыкания, кВА	142
Напряжение вторичной обмотки, В	5.9
Ток короткого замыкания, кА	24
Максимальный сварочный ток, кА	19
Ток при 100% ПВ, кА	6,0/7,2
Рабочий ход, мм	65
Усилие прижима (при 6 атм. в системе), кН	4.7
Вылет электродов, мм	435
Расход воды при 3 атм., л/мин	7
Габариты длина, мм	1070
Габариты ширина, мм	430
Габариты высота, мм	1520
Вес, кг	335

Таблица 7 - Используемые режимы и характеристики швов первой части опытов

№ образца	$t_{св}$, с	$P_{сж}$, кН на одну точку	$I_{св}$, А на одну точку	$I_{св}$, А на общее кол-во точек	Граница цветов побежалости, мм	Характеристика швов
1	0,14	0,39	2750	4 - 11000	9	Наружный и внутренний выплеск, смятие элементов 90 %
3	0,14	0,39	2127	4 - 8510	3,5	Мелкий выплеск, деформация одной точки
2	0,14	0,39	1897	4 - 7590	3	Отсутствие дефектов
4	0,14	0,39	1725	4 - 6900	3	Отсутствие дефектов
5	0,2	0,39	1725	4 - 6900	4,25	Отсутствие дефектов
7	0,25	0,39	1725	6 – 10350	5,5	Выплеск, термическая деформация по всем точкам
6	0,25	0,39	1150	6 - 6900	5,5	Выплеск, термическая деформация по трем точкам
8	0,25	0,29	1293	8 - 10350	4	Отсутствие дефектов
9	0,25	0,235	1035	10 - 10350	3,5	Мелкий выплеск в трех точках
10	0,25	0,156	690	15 - 10350	2,7	Склеивание в четырех точках
11	0,25	0,156	1073	15 - 16100	5,8	Выплеск в семи из пятнадцати точек

(Под словом выплеск подразумевать внутренний выплеск).

Для качественного соединения все детали протирались ацетоном.

В первой части опытов, в образцах №2, №4, №5, №8, было отмечено, что расчетные значения по границам ядра, поглощающие частично тепловыделение, совпадают геометрически с внутренним размером границ цветов побежалости. Из чего следует, что во второй части опытов, длительность сварочного импульса не имеет актуальность превышать две

десятых секунды. Образцы, в которых, произошла термическая деформация, так же указывают на необходимость сокращения длительности импульса.

Образцы, №6, №8, №9, №10, №11, сузили интервал исследования значений силы сварочного импульса – более семисот ампер и не выше тысяча триста ампер. Образец №8 приблизил значение силы сжатия электродных пластин к расчетному значению.

Характер дефекта №11, предполагает поднять значение силы сжатия, для избегания выплеска. Учитывая, что добавление перекрестий (точек) на заданном периметре, пропорционально увеличит работу материала (которая в свою очередь интенсивнее прогреет металл детали) и может вызвать пластическую деформацию. Во второй части контрольных опытов будет использована повторно сила сжатия в 0,16 кН.

Таблица 8 - Использованные режимы и характеристики швов второй части опытов

№ образца	$t_{св}$, с	$P_{сж}$, кН на одну точку	$I_{св}$, А на одну точку	$I_{св}$, А на общее кол-во точек	Граница цветов побежалости, мм	Характеристика швов
1	0,2	0,16	950	24 - 22800	3 - 4	Термическая деформация выплеск в двенадцати точках
2	0,14	0,16	950	24 - 22800	3,5	Склеивание в одной точке
3	0,14	0,24	1100	18 - 19800	3 – 3,5	Мелкий выплеск в трех точках
4	0,14	0,205	950	14 - 13200	2 – 2,5	Склеивание в трех точках
5	0,14	0,24	1100	12 - 13200	3	Отсутствие дефектов

(Под словом выплеск подразумевать внутренний выплеск).

По результатам второй части исследования образцы №3 и №5 были подвергнуты для металлографического исследования и скручивания.

2.2 Металлографическое исследование

Образцы для металлографических исследований вырезались холодным способом на металло- режущем станке с принятием мер предохраняющих

образцы от нагрева с целью избегания искажения структуры и изменения свойств металла. Применение охлаждения водой. Максимальная температура при резке не превышала 100°C. Вырезка образцов, проводилась по краям периметра, как более рискованных мест, с поперечного и продольного ряда точек. Для достаточно плотного сцепления с поверхностью образца, для исключения образования зазора у кромки куда могут попадать абразивные частицы, загрязнения и травитель использовалась эпоксидная смола. Обойма изготавливалась из тонкого пластика которая устанавливалась на полиэтиленовую ленту так, чтобы образец находился в центре обоймы. Затем малыми порциями образец заливался смолой для застывания.

Шлифование поверхности образца

Шлифование является как подготовительный этап перед полированием, служит для удаления наклепанного при разрезке слоя металла, грубых царапин. Проводилось грубое и тонкое шлифование на дисках с последовательно уменьшающейся зернистостью абразива. При переходе на мелкую фракцию абразива направление шлифования изменялось на 90° и шлифование проводилось до полного удаления всех рисков, образовавшихся во время предыдущей операции. На каждой ступени шлифования образец омывался водой.

Полирование шлифа

Полирование проводилось для удаления мелких рисков шлифования и получения гладкой поверхности шлифа в три этапа пастой ГОИ различной зернистости. Грубое и среднее полирование происходило на твердой ткани без ворса. Тонкое полирование на мягком ворсистом материале. После каждой операции приготовления шлифа образец тщательно промывался водой и сушился на фильтровальной бумаге.

Электролитическое травление

Образец подвергся электролитическому травлению в десяти процентном растворе щавелевой кислоты. По окончании травления образец немедленно промывался струей проточной воды для избегания окисления

шлифа. Промытые шлифы сушились на фильтровальной бумаге исключая соприкосновения шлифа с мокрой бумагой.

Заключение металлографического исследования

Визуально измерительный контроль полированных образцов проводился на микроскопе типа AXIOVERT 200 MAT, с погрешностью измерения:

- увеличение 100, диапазон измерения от 0 до 1,0 мм, погрешность измерения не более ± 15 мкм.

Проведенное металлографическое исследование в основном металле и в металле сварных соединений наличие таких дефектов как, трещины, раковины, поры, непровар (отсутствие литого ядра точки или его малый размер), изменений в структуре, не выявил.



Рисунок 5

Разброс проплавления в сварных швах, колеблется от двадцати пяти процентов до сорока процентов, что соответствует ГОСТ 15878 – 79.

Скручивание образца

Качество соединений при подборе режима и в процессе сварки контролируют технологической пробой (разрушением образцов скручиванием), позволяющей установить примерные размеры литой зоны (если она имеется) и характер разрушения соединения.



Рисунок 6

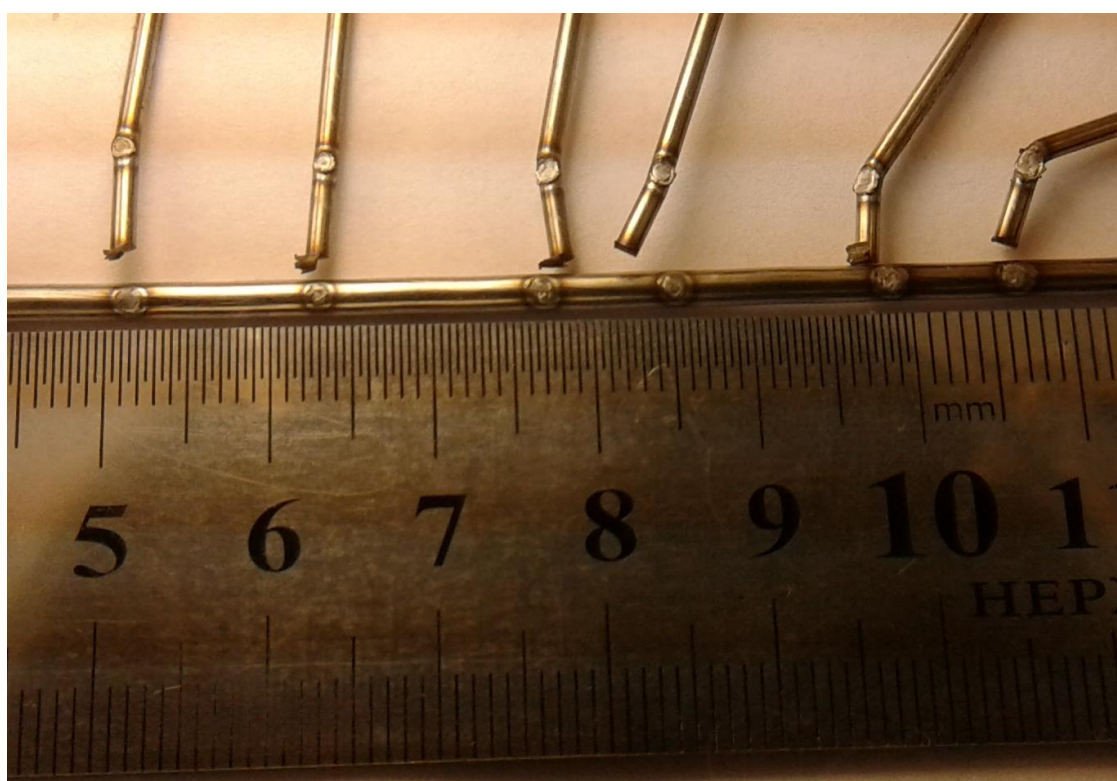


Рисунок 7

По результатам проведённых испытаний на скручивание было выявлено что все размеры диаметра ядра соответствуют расчетным.

3 Конструкторская часть

3.1 Сборка

Процесс сборки включает в себя операции:

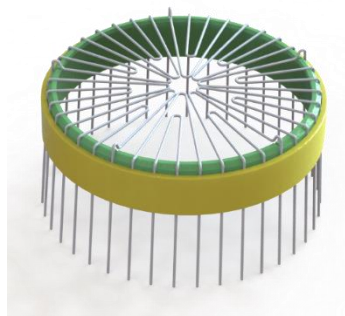
- 1) Проволочные детали, обрабатываются ацетоном от загрязнений.
- 2) На сборочный столик устанавливается внутренняя часть оправки.



3) Проволочные детали с опорным выступом устанавливаются в направляющие с учетом их равномерного распределения по окружности оправки.

4) Аналогичным образом, в прорези оправки вставляются остальные проволочные детали согласно конструкции контейнера.

5) Поверх установленных проволочных деталей надевается наружная часть оправки, которая скрепляется с внутренней частью винтом.



На этом подготовительная часть к первой операции сварки завершена.

3.2 Электроды

Верхняя штанга состоит из последовательно соединенных частей, между которыми находится шаровой узел для выравнивания положения верхней пластины электрода. Поскольку, верхняя штанга является токоподводящей, для избегания потери тока короткого замыкания в шаровом

узле, на обеих штангах предусмотрены шины токопроводящих проводов суммарно равных по сечению площади поперечного сечения штанги.

Описание шаровой. Для выравнивания погрешности расположения электродных пластин предусмотрен шаровой узел. Устройство шарового узла выглядит следующим образом. На штангах предусмотрены фланцы, соединенные болтами, в углублениях фланцев штанг находится шар. Фланцы штанг находятся на некотором расстоянии друг от друга, которое регулируется болтами и спиральными пружинами. Штанговые конструкции закрепляются в растворе контактной машины. Верхняя электродная пластина крепится к штанге специальным винтом. Винт имеет широкую головку с шлицом под отвертку.

Нижняя электродная пластина крепится к штанге другим специальным винтом. Винт имеет опорную поверхность для крепления электродной пластины и резьбовое отверстие. В резьбовое отверстие входит стандартный винт, который крепит шайбу для фиксации закладных деталей под сварку. Сама электродная пластина имеет две канавки под размещение связующих колец для соединения с закладными деталями при сварке.

Описание приспособления клинового принципа на завершающем этапе сварки.

Приспособление состоит из двух равноудаленных опорных колец. Расстояние между кольцами обеспечивается тремя стойками, которые прикреплены к проушинам колец винтами. Нижнее опорное кольцо имеет дополнительные три проушины для фиксации к токоподводящей пластине.

В верхнее опорное кольцо устанавливается съемный электрод с выборкой под связующее кольцо. На внутренней поверхности съемного электрода расположены направляющие под детали верхней части контейнера.

3.3 Расчет необходимого диаметра шара шаровой опоры

Исходя из конструкции и действующей нагрузки, шаровая опора будет испытывать напряжение смятия. Запишем условие прочности

$$\sigma = \frac{P}{F} \leq [\sigma_{см}],$$

где: $P=19200$ Н – усилие прижатия электродов,

$$F = \frac{\pi d^2}{4} - \text{площадь сечения сферы,}$$

$[\sigma_{см}]$ – допускаемое напряжение смятия для бронз, $[\sigma_{см}]=250$ МПа.

Поскольку сминаемая поверхность шаровой опоры равна примерно половине площади сферы, то необходимый диаметр

$$d \geq \sqrt{\frac{F}{\pi[\sigma]}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 19200}{3,14 \cdot 250}} = 7 \text{ мм.}$$

Исходя из конструкции принимаем $d=20$ мм.

Расчет минимальных толщин электродных пластин

Для изготовления электродов для сварки нержавеющей сталей используется материал БрНБТ.

Применение: для деталей машин стыковой сварки, электродов для сварки нержавеющей стали и жаропрочных сплавов.

Таблица 9 - Механические свойства при $T=20^\circ\text{C}$ материала БрНБТ

s_B , МПа	s_T , МПа	y , %
850	840	10

Расчет минимальных толщин в конструкциях электродов для надежности в области опасных сечений в местах приложения нагрузки определяется по формуле:

$$\sigma_{см} \geq \frac{P}{F},$$

где $\sigma_{см}$ - допускаемое напряжение смятия для бронз, $[\sigma_{см}]=250$ Мпа;

P - усилие прижатия электродов, $P = 19200$ Н

F - площадь сечения электрода, мм^2 .

$$F = a \cdot h,$$

где a – ширина сечения, $a = 150$ мм;

h – высота сечения, мм.

$$F = \frac{P}{\sigma_{см}} = \frac{19200}{250} = 76,8 \text{ мм}^2.$$

$$h = \frac{76,8}{150} = 0,51 \text{ мм.}$$

Принимаем конструктивно высоту в опасном сечении $h=4$ мм.

Последний этап соединения деталей происходит по принципу клина. Важно определить толщину съемного электрода обеспечивающую сопротивление движущей силе. Условие прочности определяется при помощи принципа возможных перемещений, по зависимости между движущей силой P приложенной к клину (верхней электродной пластине) и силой сопротивления R сжимающего тела (электрода в опорном кольце)

$$P = 2 R \operatorname{tg} \alpha$$

где P - движущая сила, $P=9600$ Н

R – предел текучести электрода, МПа

α – угол между внутренними сторонами электрода, $\alpha=30^\circ$ [23];

$$\operatorname{tg} 30^\circ = 0,5773,$$

$$R = \frac{P}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha} = \frac{9600}{2 \cdot 0,5773} = 8314,5 \text{ Н.}$$

$$F = \frac{R}{\sigma_{см}} = \frac{8314,5}{250} = 33,2 \text{ мм}^2.$$

$$a = \frac{F}{h} = \frac{33,2}{15} = 2,2 \text{ мм.}$$

Из конструктивных соображений принимаем ширину съемного электрода $a=6,4$ мм/

3.4 Проектирование изделия и электрода

Перечень чертежей пищевого контейнера представлен в приложении А.

Перечень чертежей на изготовление пищевого контейнера приведен в таблице 10.

Таблица 10 - Перечень чертежей на изготовление пищевого контейнера

Контейнер	ФЮРА 305121.014.000 СБ
Ручка	ФЮРА 305121.014.001
Корпус	ФЮРА 301542.014.000 СБ
Кольцо	ФЮРА 301542.014.001-01
Кольцо	ФЮРА 301542.014.001-02
Кольцо	ФЮРА 301542.014.001-03
Стойка	ФЮРА 301542.014.002-01
Стойка	ФЮРА 301542.014.002-02
Стойка	ФЮРА 301542.014.003

Перечень чертежей на изготовление приспособления приведен в таблице 11.

Таблица 11 - Перечень чертежей на изготовление приспособления

Приспособление	ФЮРА 301535.014.000 СБ
Приспособление	ФЮРА 304132.014.000 СБ
Электрод	ФЮРА 301545.014.001
Корпус опора	ФЮРА 301545.014.000 СБ
Нижнее опорное кольцо	ФЮРА 301100.014.001
Опорное кольцо электрода	ФЮРА 301100.014.002
Стойка	ФЮРА 301100.014.003

В данном разделе выполняется технико-экономическое обоснование принимаемых инженерных решений. К таким решениям относится обоснование выбора рационального процесса сварки контейнера из двух сравниваемых вариантов: контактная сварка и такая же контактная сварка, но с использованием приспособления для подачи проволоки в установку для сварки.

4.1 Исходные данные для проведения сравнительного анализа

Схематичное изображение контейнера, показано на рисунке 8.

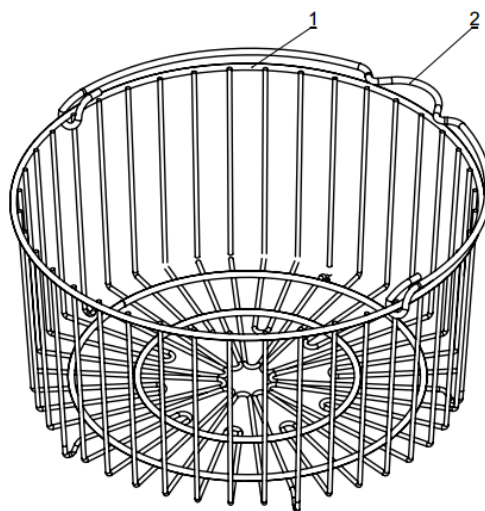


Рисунок 8 – Контейнер из проволоки

4.2 Нормирование технологического процесса

В данном разделе производится экономическая оценка двух сравниваемых способов сварки (рельефная сварка и рельефная сварка с использованием приспособления для подачи проволоки) при изготовлении контейнеров.

Определение норм времени для контактной сварки [16] и контактной сварки с приспособлением для подачи проволоки.

Таблица 12 – Основное время для контактной сварки

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение мин/пог.м
	РС+приспособление	РС	
Скорость сварки $V_{св}$, м/ч	4,32	4,32	
Расчетная формула $t_0 = \frac{60}{V_{св}}$	$t_0 = \frac{60}{4,32} \cdot 3 = 41,7$	$t_0 = \frac{60}{4,32} \cdot 3 = 41,7$	-

Вспомогательное время связанное со швом $t_{в.ш}$ (мин/м) приведем в таблице 13.

Таблица 13 - Вспомогательное время связанное со швом $t_{в.ш}$

Элементы, зависящие от длины шва	РС+приспособление	РС	Разница
1. Зачистка свариваемых кромок от налета ржавчины перед сваркой	0,4	0,4	-
2. Смена электродов, электродной проволоки	0,2	0,2	-
3. Осмотр и промер шва	0,6	0,6	-
Итого:	1,2	1,2	-

Вспомогательное время связанное с изделием и типом оборудования $t_{в.из}$ (мин/изделие) приведем в таблице 14.

Таблица 14 - Вспомогательное время связанное с изделием и типом оборудования $t_{в.из}$

Элементы, зависящие от свариваемого изделия и типа сварочного оборудования	РС+приспособление	РС	Разница
1. Установка, поворот и снятие свариваемых деталей или узлов вручную, краном или с помощью приспособлений	1,5	10	-
2. Крепление деталей прижимными приспособлениями и их открепление	0,7	2	-
3. Перемещение сварщика в процессе сварки многопроходных швов	0,1	0,1	-
Итого:	2,3	12,1	0

Подготовительно-заключительное время $t_{п.з}$ (мин/партия) приведем в таблице 15.

Таблица 15 - Подготовительно-заключительное время $t_{п.з}$

Содержание работ	РС+приспособление	РС	Разница
1. Получение производственного задания, документации, инструктажа мастера, получение инструмента	6,0	6,0	-
2. Ознакомление с работой	4	4	-
3. Подготовка к работе баллона с газом, подключение (отключение) и продувка шлангов	4	4	-4
4. Подготовка рабочего места и приспособлений к работе	2	6	-
5. Сдача работы	3	3	-
Итого:	19	23	-

Таблица 16 – Определим штучное время

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение $\frac{\text{мин}}{\text{изделие}}$
	КС+приспос обление	КС	
t_o – основное время на сварку, мин/м	41,7	41,7	-
$t_{ви}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым швом на 1 пог. м шва, мин	1,2	1,2	-
l – длина шва	1,26	1,26	—
$t_{виз}$ – вспомогательное время, связанное со свариваемым изделием, мин	2,3	12,1	—
$K_{об}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности	1,15	1,15	—
Расчетная формула	$T_{шт} = [(t_o + t_{ви}) \cdot l + t_{виз}] K_{об}$		

Для РС+приспособление $T_{шт} = [(41,7+1,2) \times 1,26 + 2,3] \times 1,15 = 65$

Для РС $T_{шт} = [(41,7+1,2) \times 1,26 + 12,1] \times 1,15 = 76$

Таблица 17 – Размер партии

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение
	РС+приспособление	РС	
$T_{см}$ – продолжительность одной рабочей смены	8	8	–
$T_{шт}$ – штучное время	65	76	–
Расчетная формула $n = \frac{T_{см} \cdot 60}{T_{шт}}$	$n = \frac{8 \cdot 60}{65} \approx 7$ шт	$n = \frac{8 \cdot 60}{76} \approx 6$ шт	-

Изменение произошло из-за основного времени на сварку и вспомогательного времени, связанного со свариваемым швом.

Таблица 18 – Штучно – калькуляционное время

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение $\frac{\text{мин}}{\text{изделие}}$
	РС+приспособление	РС	
$T_{шт}$ – штучное время	8	6,5	-
$t_{пз}$ – подготовительно – заключительное время	19	23	–
n – размер партии	7	6	-
Расчетная формула $T_{шк} = T_{шт} + \frac{t_{пз}}{n}$	$T_{шк} = 65 + \frac{19}{7} = 68$	$T_{шк} = 76 + \frac{23}{6} = 80$	+12

Изменение произошло из-за штучного времени и размера партии.

Таблица 19 – Масса наплавленного металла шва

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение кг
	РС+приспособление	РС	
F_n – площадь наплавленного металла, см ²	0,67		-
L – длина шва, см	1,26		–
γ – плотность наплавляемого металла, г/см ³	7,8		–
Расчетная формула $G = F \cdot L \cdot \gamma$	$G = 0,67 \cdot 1,26 \cdot 7,8 = 0,7$		-

4.3 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки

Рассматривается возможность изготовления сварного изделия с использованием альтернативных способов и средств сварки, которыми располагает предприятие и когда необходимо выбрать лучший процесс. В подобной ситуации выбор лучшего решения должен осуществляться на основе текущих затрат.

При их определении во внимание следует принимать лишь релевантные затраты, то есть такие, которые будут различаться в сравниваемых вариантах и которые могут повлиять на выбор лучшего варианта. Очевидно при сравнении КС и КС с приспособлением нет необходимости учитывать затраты на основной материал, из которого изготавливается сварная конструкция, поскольку анализируемые процессы практически не оказывают заметного влияния на расход основного материала [20].

Таблица 20 – Затраты на заработанную плату рабочих

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/изд
	РС+приспособление	РС	
$C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий	40000	40000	–
$F_{мр}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц $F_{мр} \approx 172$ часов/месяц	172	172	–
$t_{шк}$ – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	68	80	-
Расчетная формула $C_3 = \frac{C_{мз} \cdot t_{шк}}{F_{мр} \cdot 60}$	$C_3 = \frac{40000 \cdot 68}{172 \cdot 60} = 263$	$C_3 = \frac{40000 \cdot 80}{172 \cdot 60} = 310$	-47

Изменение затрат произошло из-за штучно–калькуляционного времени на выполнение операции.

Таблица 21 – Отчисления на социальные цели

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение руб/изд
	РС+приспособление	РС	
$k_{отч}$ – процент отчислений на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы	30%	30%	–
C_3 – Затраты на заработанную плату рабочих	263	310	–
Расчетная формула $C_{отч} = \frac{k_{отч} \cdot C_3}{100}$	$C_{отч} = \frac{30 \cdot 263}{100} = 79$	$C_{отч} = \frac{30 \cdot 310}{100} = 93$	-14

Изменение произошло из-за затрат на заработанную плату рабочих.

Таблица 22 – Затраты на электроэнергию

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб/изд
	РС+приспособление	РС	
U – напряжение, В	10,00	10,00	–
I – сила тока, А	90,00	90,00	–
t_o – основное время сварки, мин/м	41,7	41,7	–
l – длина сварного шва, м/изд	1,26	1,26	–
η – коэффициент полезного действия источника питания	0,85	0,85	–
$\Pi_{эл}$ – стоимость 1 кВт-ч электроэнергии, руб	3,7	3,7	–
Расчетная формула $C_{эп} = \frac{U \cdot I \cdot t_o \cdot l}{60 \cdot \eta \cdot 1000} \cdot \Pi_{эл}$	$C_{эп} = \frac{10 \cdot 90 \cdot 37 \cdot 1,26}{60 \cdot 0,85 \cdot 1000} \cdot 3,7 = 3 \text{ руб/изд}$		-

Изменение затрат произошло из-за основного время сварки и сварочного тока.

Таблица 23 – Затраты на ремонт оборудования

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы		Изменение затрат руб\изд
	РС+приспособление	РС	
Π_j – цена оборудования соответствующего вида	80000	30000	–
$k_{рем}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт	0,25	0,25	–
$t_{шк}$ – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	68	80	–
$F_{ГО}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч (в 2016 при 8 часовом р. д.)	1974	1974	–
k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования	0,8	0,8	–
Расчетная формула $C_p = \frac{\sum_{j=1}^n \Pi_j \cdot k_{рем} \cdot t_{шк}}{F_{ГО} \cdot k_3 \cdot 60}$	$C_p = \frac{80000 \cdot 0,25 \cdot 68}{1974 \cdot 0,8 \cdot 60} = 14,4$	$C_p = \frac{30000 \cdot 0,25 \cdot 80}{1974 \cdot 0,8 \cdot 60} = 6,3$	+8,1

Изменение затрат произошло из-за количества видов оборудования, используемого для выполнения операций технологического процесса сварки, цены оборудования соответствующего вида и штучно – калькуляционного времени на выполнение операции.

Таблица 24 – Результаты расчетов

Наименование	РС+приспособление	РС	Разница (1)–(2)
1. Основная зарплата	263	310	-47
2. Социальные цели	79	93	-14
3. Электроэнергия	3	3	0
4. Ремонт	14,4	6,3	+8,1
Итого	594,7	647,6	-52,9

Годовой объем производимой продукции может быть принят равным годовой производительности оборудования по лучшему варианту сварки [6]:

$$Q_{\Gamma} = \frac{F_{ГО} \cdot k_3 \cdot 60}{t_{шк_{\Gamma}}}, \quad (24)$$

где $t_{шк_{\Gamma}}$ – норма времени на сварку по лучшему процессу сварки, мин/изд.

$$Q_r = \frac{1974 \cdot 0,8 \cdot 60}{68} = 1393 \text{ ед/руб.}$$

Годовой экономический эффект от применения приспособления для подачи проволоки можно рассчитать по формуле:

$$\mathcal{E}_r = Q_r \times \overline{\Delta c} = 1393 \times 52,9 = 73711 \text{ руб/год} \quad (25)$$

где $\overline{\Delta c}$ – изменение затрат руб\изд;

Итак, более выгоден второй вариант, то есть контактная сварка с приспособлением. Этот вариант нам обходится дешевле на 52,9 руб/изд и годовой экономический эффект от применения данного варианта составляет 73711 руб/год.

4.4 Экономическая оценка эффективности инвестиций

В процессе производства сварной конструкции возникает потребность в инвестициях (приобретения соответствующего оборудования).

Худший из вариантов имеется, а другой вариант будет внедряться (он раньше отсутствовал). Исходим из того, что КС применяется, а предлагается КС с приспособлением.

Необходимо оценить экономическую выгоду данного предложения с учётом полученных инвестиций. Когда возникает вторая ситуация, то появляется необходимость в инвестициях. Экономическая эффективность предлагаемых решений будет сводится к экономической оценке инвестиций. В соответствии с основами стандарта экономической оценки инвестиций, оценка инвестиций осуществляется путем расчета четырех показателей:

- NPV – чисто текущая стоимость;
- PP – срок окупаемости;
- PI – индекс доходности.

Данный показатель характеризует эффективность инвестиции в абсолютном выражении. Он показывает насколько прирастут доходы предприятия в результате замены существующего процесса на предлагаемый.

Оценку инвестиций в новый процесс следует признать оправданной, если $NPV > 0$

Количественно показатель NPV может быть установлен по формуле:

$$NPV = \frac{\sum_{t=1}^n (\Delta\Pi_{\text{ч}t} + \Delta C_{a_t})}{\left(1 + \frac{i}{100}\right)^t} - I_0, \quad (26)$$

где n – продолжительность расчетного периода, в течение которого предприятие может воспользоваться результатами функционирования предлагаемого (нового) процесса (в дипломной работе величину n можно принять 5 годам);

$\Delta\Pi_{\text{ч}t}$ – изменение чистой прибыли, получаемой в t – м году, руб/год;

ΔC_{a_t} – изменение амортизационных отчислений в t – м году, руб/год;

I_0 – инвестиции, осуществляемые в начальный момент ($t = 0$);

i – ставка дисконтирования, учитывающая плату за привлечение финансовых ресурсов (в дипломной работе в качестве источника финансирования можно предусмотреть собственные средства предприятия, для которых ставка дисконтирования равна примерно 10%).

Изменение чистой прибыли, получаемой в t – м году, определяется по формуле:

$$\Delta\Pi_{\text{ч}t} = (\overline{\Delta C_t} \cdot Q_{\Gamma t} - \Delta C_{a_t}) \cdot (1 - H_{\text{пр}}), \quad (27)$$

где $\overline{\Delta C_t}$ – изменение текущих расходов в t – м году, руб/год;

Q_{Γ} – годовой объем производства продукции, в t – м году;

ΔC_{a_t} – изменение амортизационных отчислений в t – м году, руб/год;

$H_{\text{пр}}$ – ставка налога на прибыль ($H_{\text{пр}} = 20 \%$).

Изменение амортизационных отчислений в t – м году представляет собой разность затрат на амортизацию основных средств, занятых по существующему и предлагаемому варианту в соответствующем году

$$\Delta C_{a_t} = C'_{a_t} - C''_{a_t}, \quad (28)$$

где C'_{a_t} и C''_{a_t} – затраты на амортизацию соответственно по существующему и предлагаемому процессами, руб/год.

Поскольку для сварочного оборудования срок полезного использования устанавливается в интервале 5–7 лет, то можно предположить, что по существующему процессу основные средства себя полностью самортизировали, т.е. $C'_{a_t} = 0$.

Затраты на амортизацию оборудования

$$C_a = \frac{\sum_{j=1}^n C_j}{T_{\text{пи}}} \quad (29)$$

где C_j – цена оборудования соответствующего вида;

$T_{\text{пи}}$ – срок полезного использования оборудования (для сварочного оборудования $T_{\text{пи}} = 5 - 7$ лет)

$$C_a = 80000 / 5 = 16000 \text{ руб/год.}$$

Расчет чистой текущей стоимости представим в виде таблицы 25.

Таблица 25 – Расчет чистой текущей стоимости

Наименование показателей	Расчетный период, годы					
	0	1	2	3	4	5
1. Коэффициент загрузки, k_z	0	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
2. Годовой объем производства Q_r , ед/год	0	870	1045	1219	1393	1742
3. Удельная экономия на текущих издержках $\overline{\Delta C_t}$, руб./ед	0	52,9	52,9	52,9	52,9	52,9
4. Годовая экономия на текущих издержках, руб/год ($C_2 \cdot C_3$)	0	46023	55281	64485	73690	92152
5. Амортизация ΔC_a , руб./год	0	16000	16000	16000	16000	16000
6. Изменение годовой прибыли ($C_4 - C_5$), руб/год	0	30023	39281	48485	57690	76152

7. Налог на прибыль (20% от С6), руб./год	0	6004,6	7856,1	9697	11538	15230
8. Изменение чистой прибыли, руб./год (С6 – С7)	0	24018	31424	38788	46152	60921
9. Чистый денежный поток от операционной деятельности, руб/год (С5+С8)	0	40018	47424	54788	62152	76921
10. Инвестиции, руб.	–80000	-	-	-	-	-
11. Коэффициент дисконтирования, при $i = 10\%$	1,0	0,909	0,826	0,751	0,683	0,621
12. Дисконтированный денежный поток (С9 и С10)С11	–80000	36377	39173	41146	42450	47768
13. Накопленный дисконтированный денежный поток	–80000	-43623	-4451	36695	79145	126913

Чистая текущая стоимость равняется

$$NPV = \left[\frac{36377}{(1+0,1)^1} + \frac{39173}{(1+0,1)^2} + \frac{41146}{(1+0,1)^3} + \frac{42450}{(1+0,1)^4} + \frac{47768}{(1+0,1)^5} \right] - 80000 = 126913 \text{ руб.}$$

Расчет срока окупаемости осуществляем по формуле:

$$n_{ок} = n + (D_n / D_{n+1}), \quad (30)$$

где n – расчетное значение срока окупаемости;

D_n – непокрытая часть накопленного денежного потока в момент года n ;

D_{n+1} – денежный поток в году $n+1$, направленный на возмещение непокрытой части данного потока.

$$n_{ок} = 1 + (4451 / 41146) = 2,1 \text{ года.}$$

Расчет индекса доходности проведем по формуле:

$$PI = 1 + (NPV / I_0) = (126913 / 80000) + 1 = 2,6. \quad (31)$$

Формально проект признается эффективным, если $PI > 1,0$.

Экономическое сравнение двух способов сварки показало, что при использовании приспособления при контактной сварке затраты на сварку

каркаса меньше на 52,9 руб/шт., чем при контактной сварке без приспособления. Срок окупаемости при ставке дисконтирования $I=10\%$ составляет 2,1 года. Индекс доходности при ставке дисконтирования $I=10\%$ составляет 2,5. Чистая текущая стоимость NPV составляет 126912 руб., что говорит о доходности при внедрении этого проекта в рассматриваемый период (5 лет). Из показателей экономической оценки инвестиций можно сделать вывод, что внедрение в производство приспособления для подачи проволоки выгодно.

5 Социальная ответственность

5.1 Производственная безопасность

На участке производится сборка и сварка пищевого контейнера. При изготовлении пищевого контейнера осуществляются следующие операции: сборка, контактная сварка, слесарные операции, транспортировка готовой продукции.

При изготовлении пищевого контейнера используется следующее оборудование:

- автоматизированная установка для производства сварных каркасов проволоки МКС-НТ-3500:

- приспособление для подачи проволоки в станок.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется шестью окнами, а также светильниками расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона. Завоз проволоки в цех и вывоз готовых пищевых контейнеров осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери. На случай пожара цех оснащен запасным выходом. Все работы производятся на участке с площадью $S=200 \text{ м}^2$.

5.1.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов

Основными возможными опасными и вредными производственными факторами, характерными для производственных процессов при работе на автоматизированных установках для производства сварных каркасов проволоки являются:

- движущиеся машины, механизмы, открытые подвижные элементы производственного оборудования, перемещаемые изделия, заготовки, материалы;

- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны, особенно в местах производства сварочных работ;

- повышенные уровни шума на рабочих местах при рихтовке, клепке,

обрубке, зачистке сварных швов, особенно на полых изделиях с применением пневматического инструмента;

- повышенные уровни вибрации;
- повышенные или пониженные температуры воздуха рабочей зоны;
- острые кромки, заусенцы, шероховатость поверхностей обрабатываемых заготовок и др.
- падающие с высоты предметы и инструмент;
- недостаточная освещенность в темное время суток.

5.1.2 Общие требования безопасности на производстве

Безопасные условия труда определяются видом операций, уровнем использования ручного труда, организацией производства и техническим совершенством применяемого оборудования. За исправностью эксплуатируемого оборудования, соблюдением технологических процессов, за правильностью крепления штампов, применением соответствующего исправного инструмента и приспособлений, за организацией рабочего места, за соблюдением требований безопасного производства работ должен быть организован постоянный контроль.

5.1.3 Шум и вибрации

На участке производства пищевого контейнера шум и вибрации вызывает следующее оборудование:

- автоматизированная установка для производства сварных каркасов поволоки МКС-НТ-3500;
- приспособление для подачи поволоки в станок.

Важным средством предупреждения вредного воздействия шума является соблюдение гигиенических нормативов по ГОСТ 12.1.003. При работе с источниками вибрации параметры ее на рабочем месте не должны превышать допустимых уровней, установленных ГОСТ 12.1.012. Допустимые уровни звукового давления на рабочих местах ультразвуковых установок должны соответствовать ГОСТ 12.1.001. Допустимые уровни

ультразвука в зонах контакта рук и других частей тела оператора с рабочими органами приборов и установок не должны превышать 110 дБ.

Уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами в Гц на постоянных рабочих местах и в рабочей зоне производственных помещений не должны превышать соответственно:

Таблица 26 – Шум производственных помещений

Уровень звукового давления	Среднегеометрическая частота
99 дБ	при 63 Гц
92 дБ	при 125 Гц
86 дБ	при 250 Гц
83 дБ	при 500 Гц
80 дБ	при 1000 Гц
78 дБ	при 2000 Гц
76 дБ	при 4000 Гц
74 дБ	при 8000 Гц

Эквивалентные уровни звука при этом не должны превышать 80 дБА.

Санитарными нормами в качестве допустимого уровня звука и эквивалентного уровня звука на постоянных рабочих местах для всех видов работ в производственных помещениях принято 80 дБА как безопасный уровень, характеризующийся нулевым риском потери слуха. [50]

Зоны с уровнем звука или эквивалентным уровнем звука выше 80 дБА должны быть обозначены знаками безопасности по ГОСТ 12.4.026. Работающие в этих зонах должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты органов слуха по ГОСТ 12.4.051.

Основными виброопасными объектами при производстве котельных работ и металлических конструкций являются ручные пневматические машины. Вибрационные параметры пневматических машин должны проверяться изготовителем и заноситься в технический паспорт на машину, куда впоследствии должны вноситься результаты проверок вибрационных

характеристик машины после ее ремонта и периодических проверок (для ручных машин - не реже двух раз в год). Допустимые уровни вибрации ручных машин определены ГОСТ 17770, СанПиН 2.2.2.540, ГОСТ 12.1.012.

Для предупреждения вибрационных заболеваний должны применяться машины с параметрами вибрации в пределах санитарных норм, технологии, исключаящие воздействие вибрации на работающего сверх санитарных норм, и рациональные режимы труда и отдыха для работников виброопасных профессий, исходя из значений суммарного времени воздействия вибрации при превышении санитарных норм.

Применение машин, являющихся источником воздействующей на работника вибрации, превышающей санитарные нормы более чем в четыре раза (на 12 дБ), не допускается.

Средством защиты от шума принимаем наушники противοшумные Husqvarna 5056653-04.

5.1.4 Воздушная среда производственного помещения

Содержание вредных веществ и аэрозолей в воздухе рабочей зоны не должно превышать установленных ГОСТ 12.1.005 предельно допустимых концентраций (ПДК). При этом при одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ однонаправленного действия сумма отношений фактических концентраций каждого из них и их ПДК не должно превышать единицы, а для необладающих однонаправленным действием ПДК остаются такими же, как при изолированном воздействии.

Отопление и вентиляция производственных помещений должны быть организованы в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05 и ГОСТ 12.4.021, а также с санитарными правилами и нормами СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» при этом:

- для отопления должны применяться системы и теплоносители, не выделяющие вредностей;

- нагревательные приборы должны быть с гладкими поверхностями, допускающими влажную очистку, и должны быть защищены металлическими кожухами;

В районах с отопительным сезоном у наружных ворот производственных зданий, открываемых в смену суммарно на 40 мин и более, должны устраиваться воздушные тепловые завесы.

Системы вентиляции и отопления должны соответствовать проектным параметрам и находиться в исправном состоянии. Системы отопления, вид и параметры теплоносителей, а также тип нагревательных приборов, их размещение должны соответствовать требованиям СНиП 2.04.05. Система вентиляции должна обеспечивать снижение содержания в воздухе производственных помещений пыли, аэрозолей, паров и газов до концентраций, не превышающих предельно допустимые.

В производственных помещениях с естественной вентиляцией и с тепловыделениями, превышающими $20 \text{ кал/м}^3\cdot\text{ч}$, открывание створок, переплетов фонарей и отверстий шахт должно производиться с учетом времени года и направления ветра. Для открывания и регулирования положения фрамуг окон, створок фонарей должны применяться приспособления, управляемые с пола, или открывание фрамуг и створок должно быть механизировано.

Производственные участки, на которых выделяются горячие и вредные газы (участки горячейковки, гибки, термообработки электродуговой сварки, пайки и др.), наряду с общей вентиляцией должны иметь и местную вентиляцию. Конструкции местных отсосов должны обеспечивать наиболее полное улавливание и удаление выделяющихся вредных газов, аэрозолей, пыли, копоти. Устройства местных отсосов должны быть удобны в обслуживании, иметь надежную подвеску, прочное крепление и не должны создавать помех в эксплуатации агрегатов.

Местные отсосы, улавливающие и удаляющие вредные выделения от производственного оборудования, должны быть заблокированы с этим

оборудованием таким образом, чтобы исключалась возможность его работы при выключенной местной вытяжной вентиляции.

Удаляемый общеобменной вентиляцией и местными отсосами воздух, содержащий пыль, аэрозоли, вредные и неприятно пахнущие вещества и т.д., перед выбросом в атмосферу в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05 подлежит очистке.

Рециркуляция воздуха для целей отопления и вентиляции допускается в рабочее время лишь на складах металла. В нерабочее время рециркуляция может быть использована для целей дежурного отопления на всех производственных участках.

Вентиляционные системы, их элементы и места их установки должны быть легко доступны для осмотра, очистки, обслуживания и ремонта.

Подачу приточного воздуха в производственные помещения при естественной вентиляции следует осуществлять для теплого периода года на высоте не менее 0,3 м, но не выше 1,8 м от пола; для холодного периода года - в верхней части помещения или на высоте не менее 4 м от пола до низа вентиляционных проемов.

Приемные устройства (проемы) для забора наружного воздуха систем вентиляции должны размещаться в наименее загрязненной зоне.

Приемные отверстия для забора наружного воздуха систем вентиляции с механическим побуждением следует размещать на высоте не менее 2 м, а при размещении их в зеленой зоне - на высоте не менее 1 м от уровня земли до низа проемов.

Удаление воздуха системами местной и общеобменной вентиляции следует производить непосредственно от мест выделения вредностей или из зон наибольшего загрязнения воздуха с таким расчетом, чтобы потоки наиболее загрязненного воздуха не проходили через зону дыхания работников на рабочих местах или через зоны их частого пребывания;

Системы местных отсосов и системы общеобменной вентиляции следует проектировать отдельно. Производственные помещения,

оборудование, воздуховоды во избежание образования взрывоопасной пылевоздушной смеси должны регулярно очищаться от пыли.

Для проверки эффективности работы вентиляции в производственных помещениях необходимо систематически производить замеры состояния воздушной среды на содержание пыли и вредных газообразных веществ в сроки, согласованные с местными органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора.

В производственных помещениях, где производятся электросварочные работы, должна быть оборудована система принудительной приточно-вытяжной вентиляции. Стены помещений и оборудование электросварочного производства для ослабления контраста между яркостью сварочной дуги и освещенностью помещения рекомендуется окрашивать в серый, желтый или голубой цвета красками, поглощающими ультрафиолетовое излучение.

Условия микроклимата в рабочей зоне сварочных и сборочных работ должны поддерживаться в соответствии с нормами, установленными для помещений с незначительным тепловыделением при работах средней тяжести. Для улавливания сварочного аэрозоля от нестационарных постов ручной сварки в закрытых объемах и при автоматизированной сварке должны применяться высоковакуумные побудители.

5.1.5 Освещение

Освещение производственных помещений должно удовлетворять требованиям СНиП 23-05-95.

Объект – цеховое помещение. В данном помещении применяется естественное и искусственное освещение. Освещение участка осуществляется шестью окнами, а также светильниками расположенными непосредственно над участком. Норма освещенности должна быть не ниже 150лк. В качестве осветительных приборов применяем люминесцентные светильники марки ЛПП 12-3*54-701 У5.

Окна и световые фонари участков очистки изделий, сварки, газовой

резки и др., где производственные процессы сопровождаются обильным выделением пыли и копоти, должны очищаться не реже одного раза в три месяца, в других помещениях не реже одного раза в шесть месяцев. При очистке стекол должны приниматься меры предосторожности на случай падения осколков стекла. При остеклении фонарей обычным стеклом под фонарями должны устанавливаться металлические сетки, при остеклении армированным стеклом установка сеток не требуется.

Окна и другие световые проемы запрещается загромождать пристройками, перегородками, загромождать изделиями, инструментом и материалами.

Окна, обращенные на солнечную сторону, должны быть оборудованы приспособлениями для защиты от прямых солнечных лучей (козырьками, шторами, жалюзи, экранами).

Побелка и окраска стен и перекрытий участков очистки изделий, сварки, газовой резки должны производиться не реже одного раза в год, для остальных помещений - не реже одного раза в три года;

Нормируемые значения коэффициента естественной освещенности при естественном и совмещенном освещении и освещенность на рабочих поверхностях при искусственном освещении следует принимать согласно СНиП 23-05-95;

Для безопасного продолжения работы, которая не может быть прекращена, или для выхода людей из помещений при внезапном отключении освещения должно предусматриваться аварийное освещение в соответствии со СНиП 23-05-95. Выходы из производственных помещений должны быть обозначены световыми сигналами;

Светильники аварийного освещения должны подключаться к отдельному трансформатору.

Аварийное освещение должно быть включено на все время действия рабочего освещения или должно автоматически включаться при внезапном выключении рабочего освещения. Аварийное освещение для продолжения

работы должно обеспечивать освещенность не менее 10 % от норм рабочего освещения на рабочих поверхностях. Аварийное освещение для эвакуации людей должно обеспечивать освещенность не менее 0,5 лк на уровне пола;

Общее освещение производственных помещений должно быть организовано таким образом, чтобы исключалось ослепление им крановщиков в кабинах кранов.

Искусственное освещение применяется двух систем: общее и комбинированное (общее плюс местное).

Местное освещение рабочих мест должно выполняться с возможностью установки светильников с необходимым направлением света;

Питание светильников напряжением 12 В должно производиться от трансформаторов с отдельными обмотками первичного и вторичного напряжения. Один из выводов вторичной обмотки должен быть заземлен. Применение автотрансформаторов не допускается;

Освещение внутри свариваемых емкостей должно осуществляться с помощью светильников направленного действия, установленных вне свариваемого объекта, или с помощью ручных переносных светильников напряжением 12 В, оборудованных защитной арматурой. В этих случаях трансформатор для переносных светильников необходимо устанавливать вне свариваемого объекта;

Для освещения производственных помещений следует применять газоразрядные лампы низкого и высокого давления, как правило, люминисцентные. Допускается использование ламп накаливания;

Выбор источников света следует производить с учетом рекомендаций СНиП 23-05-95;

Освещенность рабочей поверхности, создаваемая светильниками общего освещения в системе комбинированного освещения, должна составлять порядка 10 % нормируемой для комбинированного освещения, при этом наибольшее и наименьшее значения освещенности должны приниматься согласно ниже приводимой таблице 27.

Таблица 27 - Параметры освещенности в системе комбинированного освещения

Тип ламп	Освещенность от светильников общего освещения в системе комбинированного освещения, лк	
	Наибольшая	Наименьшая
Газоразрядные	500	150
Накаливания	100	50

Газоразрядные лампы и лампы накаливания, применяемые как для общего, так и для местного освещения, должны быть снабжены осветительной арматурой (рассеивателями, отражателями, а в ряде случаев и оптическими системами). Применение ламп без отражателей запрещается;

Для местного освещения должны предусматриваться светильники с не просвечивающимися отражателями, имеющими защитный угол не менее 30°;

Для поддержания постоянной освещенности должна быть организована не реже трех раз в месяц очистка светильников общего освещения в помещениях, где выделяется пыль, дым или копоть, а в бытовых и подсобных помещениях - не реже двух раз в месяц;

Очистка светильников местного освещения должна производиться ежедневно при уборке рабочего места;

Для обслуживания светильников общего освещения должны применяться специальные устройства, обеспечивающие удобный и безопасный доступ к ним;

Проводка, перекидка, ремонт, контроль состояния проводов и арматуры, включение и выключение рубильников общего назначения, смена светильников, арматуры, предохранителей, штепсельных розеток и прочие электротехнические работы, а также чистка светильников, арматуры должны производиться обученными электротехническими работниками (электромонтерами).

5.1.6 Техника безопасности при проведении сварочных работ

Санитарно-гигиенические условия труда при сварке, наплавке, пайке

характеризуются повышенной запыленностью и загазованностью воздуха рабочей зоны, ультрафиолетовым, видимым и инфракрасным излучениями сварочной дуги, электромагнитными полями, ионизирующими излучениями, повышенными уровнями шума, ультразвука и др., при этом:

В зону дыхания сварщика могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие окислы марганца, хрома, никеля, меди, титана, алюминия, железа и вольфрама, а также токсичные газы - окись углерода, озон, фтористый водород и окислы азота. Их воздействие на организм может явиться причиной острых и хронических профессиональных заболеваний, и отравлений;

При ручных и полуавтоматических видах сварки могут возникать заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса как результат статической нагрузки на руки;

К опасным производственным факторам при сварочных работах относятся также;

- поражение электрического тока;
- искры, брызги и выбросы расплавленного металла и шлака;
- опасность взрыва баллонов и систем, находящихся под давлением;
- движущиеся механизмы и изделия;
- опасность падения при выполнении работ на высоте;

Общие требования безопасности при электросварочных работах определяются ГОСТ 12.3.003.

Безопасность производственных процессов должна обеспечиваться:

- выбором технологических процессов и режимов работы;
- выбором исходных материалов, заготовок и полуфабрикатов;
- выбором производственного оборудования, его размещением и организацией рабочих мест;
- организацией труда, особенно для работников виброопасных профессий;
- профессиональным отбором и обучением работающих;

- применением средств индивидуальной защиты;
- включением требований безопасности в нормативную и технологическую документацию.

Рабочие места сварщиков должны быть ограждены экранами или ширмами из негорючих материалов высотой не менее 1,6 м.

При сварке в среде защитных газов необходимо принятие мер по исключению утечки и проникновения этих газов в смежные и нижерасположенные помещения.

5.1.7 Пожаро- и взрывобезопасность

Производственные процессы должны отвечать требованиям пожаро- и взрывобезопасности, при этом опасность возникновения пожаров и взрывов в раскройно-заготовительных, холодно-штамповых и кузнечно-прессовых производствах может выражаться:

- в скоплении масла в прямках под прессами. Пожары могут возникнуть в подвальных помещениях, в закрытых электромашинных помещениях, на складах материалов.

- в самовозгорании использованного обтирочного материала;
- в нарушении режимов пуска и работы газовых нагревательных печей, в утечке газа из системы и газовых устройств;

- в образовании взрывоопасных концентраций в воздухе при приготовлении технологических смазочных материалов с использованием керосина, масел, спиртов.

Снижение опасности возникновения пожаров и взрывов при электродуговой сварке и кислородно-ацетиленовой резке металлов должно достигаться:

- согласованием производства сварочных работ с пожарной охраной;
- недопущением сварочных работ на свежоокрашенных изделиях до полного высыхания краски, на находящихся под давлением или заполненных горючими или токсичными материалами сосудах, аппаратах, трубопроводах;

- надлежащей подготовкой мест производства сварочных работ с очисткой их в радиусе не менее 5 м от легковоспламеняющихся материалов и др.

Опасность возникновения пожаров и взрывов при термической обработке металлов заключается:

- в использовании масел для нагрева и охлаждения;
- в применении защитных атмосфер из инертных газов, соляных и щелочных печей-ванн;
- в отложениях конденсата масляных паров на стенках трубопроводов вытяжной вентиляции;
- в возможной утечке газа из систем;
- в возможном соприкосновении расплавленных смесей с водой при разгерметизации водоохлаждаемых систем печей.

Опасностью пожаров и взрывов вследствие использования легковоспламеняющихся или горючих веществ (ацетона, спирта, бензина и др.), наличия аэрозолей и пыли и возможного искрения или коротких замыканий в электроцепях; при этом причинами пожара могут быть:

- ручная протирка изделий бензином при обезжиривании;
- источники открытого огня при сварке, нагретые заготовки, самовозгорание промасленной ветоши.;

Во избежание самовозгорания использованный обтирочный материал должен собираться в плотно закрывающиеся металлические ящики, расположенные вдали от нагревательных приборов, отопительных устройств, источников открытого огня и искр электроустановок.

Требования безопасности в соответствии с ГОСТ 3.1120 должны быть учтены в технологической документации на производственные процессы.

Для нашего сварочного участка установлена категория пожарной опасности Г, согласно Федеральному закону от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" [25].

Для нашего помещения разработана инструкция с требованиями по обеспечению пожарной безопасности. Такая инструкция должна быть

размещена на каждом рабочем месте.

На рабочем месте запрещается иметь огнеопасные вещества

В помещениях запрещается:

- а) зажигать огонь;
- б) включать электрооборудование, если в помещении пахнет газом;
- в) курить;
- г) сушить что-либо на отопительных приборах;
- д) закрывать вентиляционные отверстия в электроаппаратуре

Источниками воспламенения являются:

- а) искра при разряде статического электричества
- б) искры от электрооборудования
- в) искры от удара и трения
- г) открытое пламя

При возникновении пожароопасной ситуации или пожара персонал должен немедленно принять необходимые меры для его ликвидации, одновременно оповестить о пожаре администрацию. Помещения с электрооборудованием должны быть оснащены огнетушителями ОУ-2 (2 шт). [36] На стене рядом с местом расположения огнетушителя должна находиться таблица с номерами телефонов экстренного вызова местной и городской пожарной команды.

Из проведенного анализа следует, что цеховые помещения для производства каркасной решетки соответствует нормам пожарной безопасности. В качестве дополнительных мер по предотвращению пожаров предлагается использовать автоматизированные системы оповещения и пожаротушения.

5.1.8 Электробезопасность

В нашем случае помещение для оператора установки для сварки пищевых контейнеров относится к 2ой группе электробезопасности (повышенной опасности) по ПУЭ [27].

Опасность поражения электрическим током может исходить от следующего оборудования: установка для производства сварных каркасов пвоолоки МКС-НТ-3500, сварочных аппаратов ВДУ-1000, установок индукционного нагрева деталей, токоведущих шин, рубильников, оборудования, работающего на токах высокой и промышленной частоты напряжением до 660 В.

Прежде чем приступить к работе со сварочным аппаратом, необходимо тщательно ознакомиться с паспортом и правилами по эксплуатации. Через каждые 12 месяцев эксплуатации аппарата, а также после хранения свыше 12 месяцев на складе производится проверка аппарата в соответствии с технической документацией.

В случае поражения сварщика электрическим током необходимо срочно отключить ток ближайшим выключателем или отделить пострадавшего от токоведущих частей, используя сухие подручные материалы (шест, доску). После этого положить его на теплую подстилку и по возможности согреть. Немедленно вызвать медицинскую помощь, учитывая, что промедление свыше 5-6 минут может привести к непоправимым последствиям. При бессознательном состоянии пострадавшего следует освободить от стесняющей одежды и немедленно приступить к искусственному дыханию, также необходимо находиться рядом с пострадавшим до прибытия врача.

Наиболее распространенными причинами электротравматизма являются:

- появление напряжения там, где его в нормальных условиях быть не должно (на корпусах оборудования, на металлических конструкциях сооружений); чаще всего это происходит вследствие повреждения изоляции;
- возможность прикосновения к незаизолированным токоведущим частям при отсутствии соответствующих ограждений;
- воздействие электрической дуги, возникающей между токоведущей частью и человеком в сетях напряжением выше 1000В, если человек

окажется в непосредственной близости от токоведущих частей;

- прочие причины: несогласованные и ошибочные действия персонала, подача напряжения на установку, где работают люди, оставление установки под напряжением без надзора, допуск к работам на отключенном электрооборудовании без проверки отсутствия напряжения и т.д. [27]

Для того чтобы избежать возможности поражения электрическим током необходимо соблюдать требования, установленные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭ и ПТБ) и «Правилами устройства электроустановок». [27] Эти требования предусматривают:

- наличие рубильника на щите для общего отключения питания;
- наличие отдельных рубильников для отключения питания каждого рабочего места;
- наличие разводки питания к каждому рабочему месту, которое должно заканчиваться розетками с заземляющим проводом;
- наличие предохранительных устройств для защиты от перегрузок общей сети питания и в цепи разводов.

Основными условиями, обеспечивающими устранение электротравм являются:

- а) правильное устройство электроустановок;
- б) обученность электроперсонала;
- в) соблюдение правил по безопасному обслуживанию электроустановок;
- г) надзор за производством работ в электроустановках.

5.1.9 Расчет защитного заземления

У сварочного оборудования система заземления состоит из заземлителей – металлических предметов, углубленных в землю, заземляющих проводников и заземляющей магистрали. Соединение заземлителей с элементами электроустройств должно быть надежно

закреплено посредством сварки. В качестве материала для выполнения заземлителей применяют сталь. В нашем случае – трубы диаметром 100 мм, которые соединены между собой, с помощью полосовой стали. Для того, чтобы уменьшить колебания удельного сопротивления грунта заземлители забивают в землю так, чтобы их верх находился на расстоянии 0,7-0,8 м от уровня земли. Тем самым достигаются более влажные и непромерзающие слои грунта.

Полосовую сталь для соединения заземлителей принимаем сечением 60х10 мм.

Оборудование работает под напряжением 380 вольт. По таблице 1 [21] определяем для нашего случая по нормам допускаемого сопротивления заземлителей 4 Ом, а по таблице 4 [21] удельное сопротивление грунта (суглинок) составляет $\rho_T = 10^4$ Ом.

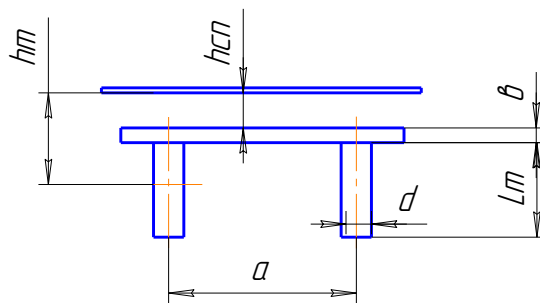


Рисунок 9 - Схема заземления ($h_m = 2,5$ м; $h_{сп} = 0,8$ м; $L_m = 3,5$ м; $d = 0,1$ м; $a = 9,8$ м).

Учитывая возможность промерзания грунта зимой и просыхания летом, определяем расчетное значение ρ_3 и ρ_n (Ом·см) при использовании трубчатых заземлителей и стальной полосы. Коэффициенты K_3 и K_n берем из таблицы 5 [21] для соответствующей климатической зоны.

$$\rho_3 = \rho_T \times K_3 = 1 \times 10^4 \times 1,9 = 1,9 \times 10^4. \quad (23)$$

$$\rho_n = \rho_n \times K_n = 1 \times 10^4 \times 4,5 = 4,5 \times 10^4. \quad (24)$$

Определяем величину сопротивления растекания тока от одной забитой в землю трубы в соответствии с изложенным в [21].

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \times \pi \times L_m} \left(\ln \frac{2 \times L_m}{d} + 0,5 \times \ln \frac{4 \times H_m + L_m}{4 \times H_m - L_m} \right), \quad (25)$$

где L_m – длина электрода, см;

d – диаметр электрода, см;

H_m – глубина заложения, см.

Подставляем значения в формулу (19) и получаем:

$$R_{\text{э}} = \frac{1,9 \times 10^4}{2 \times 3,14 \times 350} \left(\ln \frac{2 \times 350}{10} + 0,5 \times \ln \frac{4 \times 250 + 350}{4 \times 250 - 350} \right) = 37 \text{ м.}$$

Определяем потребное число заземлителей (шт.) в соответствии с изложенным в [21]:

$$n = \frac{R_{\text{э}}}{r_{\text{э}}} = \frac{37}{4} = 9,2, \quad (26)$$

где $r_{\text{э}}$ – допускаемое сопротивление, Ом.

Принимаем количество труб $n = 9$ шт.

Определяем сопротивление соединительной полосы (Ом) [21]:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \times \pi \times L_n} \times \ln \frac{2 \times L_n^2}{h_{\text{сн}} \times e} = \frac{4,5 \times 10^4}{2 \times 3,14 \times 7600} \times \ln \frac{2 \times 7600^2}{80 \times 6} = 11,2. \quad (27)$$

Результирующее сопротивление системы заземления определяется по формуле

$$R_c = \frac{R_{\text{э}} \times R_n}{R_{\text{э}} \times r_{\text{э}} + R_n \times \eta_n \times N}, \quad (28)$$

где $\eta_{\text{э}}$ – коэффициент использования электродов, $\eta = 0,76$;

η_n – коэффициент использования полосы, $\eta_n = 0,82$.

Тогда с учетом всех значений получаем:

$$R_c = \frac{37 \times 11,2}{37 \times 0,76 + 11,2 \times 0,82 \times 9} = 3,7.$$

Проверка: $R_c < r_{\text{э}}$

$R_c = 3,7 \text{ Ом} < r_{\text{э}} = 4 \text{ Ом}$.

Таким образом, рассчитано требуемое количество электродов, при общем сопротивлении защитного заземления, не превышающего допустимого по нормам.

5.2 Экологическая безопасность

Производственные процессы не должны загрязнять окружающую среду (воздух, почву, водоемы) вредными выбросами и отходами. Удаление и обезвреживание отходов производства, являющихся источниками опасных и

вредных производственных факторов, должно производиться своевременно и организовано, при этом:

Для каждого источника загрязнения атмосферы должна быть установлена предельно допустимая норма выброса в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02;

Степень очистки сточных производственных вод должна устанавливаться согласно СНиП 2.04.02 и должна отвечать требованиям Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами;

Отходы производства должны подвергаться утилизации и обезвреживанию, организованному хранению в отвалах или захоронению. Особо опасные отходы должны подвергаться захоронению в специальных могильниках.

Т.к. на предприятии в качестве осветительных приборов приняты люминесцентные лампы, должны быть разработаны меры по их утилизации.

Хранение люминесцентных ламп должно осуществляться в помещении, которое отдельно расположено от производственных цехов. Оно должно соответствовать требованиям правил хранения токсичных отходов и санитарных норм. В нем должна быть налажена система вентиляции.

Полы в помещении должны быть изготовлены из водонепроницаемого материала, который препятствует попаданию вредного металла в окружающую среду. На случай аварийной ситуации в помещении для хранения ламп дневного света должно быть не менее 10 литров воды и запас марганцевого калия.

Отработанные люминесцентные светильники должны быть помещены в плотную тару. В роли ее могут выступать картонные коробки, коробки из ДСП, фанеры, бумажные или полиэтиленовые мешки. В одной картонной коробке должно быть не более 30 единиц продукции. Емкости должны быть расставлены на стеллажах, чтобы обезопасить их от любого механического воздействия. На каждой из них должна быть надпись «Отход 1 кл. опасности. Отработанные люминесцентные лампы».

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При проведении анализа рабочего места оператора установки для сварки пищевых контейнеров предмет возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) и действий персонала, определены следующие меры защиты.

Меры защиты включают [38]:

- обнаружение поражающих факторов (заражения);
- оповещение персонала об опасности;
- защиту оборудования от воздействия поражающих факторов;
- эвакуацию персонала и материальных ценностей из зон опасности;
- использование средства коллективной защиты персоналом;
- использование персоналом средств индивидуальной защиты (СЗОД, СЗК, МСЗ).

Выводы из анализа по данному этапу:

- используются кнопки аварийного оповещения персонала;
- для защиты оборудования производится останов и обесточивание;
- для защиты персонала необходимо: установить систему сигнализации с выводом в диспетчерскую; установить систему оповещения персонала (по радио) и т.д.
- персонал должен быть обеспечен СИЗ (противогазы).
- помещения должны быть оборудованы планом эвакуации с указателями направления аварийных выходов и расположением средств пожаротушения. [38]

Из выше проведенного анализа следует, что помещения оператора установки для сварки пищевых контейнеров соответствует нормам ГО и ЧС. Оборудовано в полной мере средствами индивидуальной и коллективной защиты. В качестве дополнительной защиты производить систематический инструктаж с проверкой знаний по технике безопасности, предупреждения и действия персонала при чрезвычайных ситуациях и ликвидации пожара раз в год, с записью в журналах инструктажа.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовую основу обеспечения безопасности жизнедеятельности составляют соответствующие законы и подзаконные акты, принятые представительными органами Российской Федерации (указы президента, постановления правительства РФ и входящих в неё государственных образований), местными органами власти и специально уполномоченными на то органами:

- Министерство природных ресурсов РФ;
- Государственный комитет РФ по охране окружающей среды;
- Министерство труда и социального развития РФ;
- Министерство здравоохранения РФ;
- Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, и их территориальные органы. [54]

В основе нормативно - правовых актов в области безопасности жизнедеятельности лежат: Конституция РФ, Трудовой кодекс РФ, Кодекс "Об административных правонарушениях", Гражданский кодекс РФ, Федеральный закон "Об основах охраны труд в РФ", Основы законодательства об охране здоровья граждан, Закон РФ "О санитарно - эпидемиологическом благополучия населения".

Правовую основу охраны окружающей среды и обеспечения необходимых условий жизнедеятельности составляют: Закон РСФСР "Об охране окружающей природной среды", Водный кодекс РФ, Земельный кодекс РСФСР, законы РФ "О недрах", "Об экологической экспертизе", "Об охране атмосферного воздуха".[54]

В зависимости от области распространения всю документацию делят на:

- Межотраслевую
- Отраслевую
- Локальную (документацию предприятий)

Межотраслевые документы разрабатывают соответствующие

организации и утверждает Министерство труда и социального развития РФ или Госстандарт России, а отраслевые - министерства, ведомства, органы Госнадзора России. Локальные документы по охране труда - инструкции, стандарты, разрабатывает и утверждает администрация предприятий совместно с профкомом.

Стандарты предприятия могут быть разработаны на систему управления охраной труда, на контроль охраны труда, на расследование травм и профзаболеваний, на проведение работ по нарядам - допускам и т.д.

Инструкции по охране труда могут быть разработаны как на отдельные виды работ, так и для работающих отдельных видов профессий. Они разрабатываются на основе типовых инструкций (межотраслевых, отраслевых), требований безопасности, изложенных в эксплуатационных и ремонтной документации, с учетом условий производства.

Инструкции для работающих разрабатывает руководитель работ, согласует ее с профкомом и утверждает ее у руководителя предприятия. [54]

Заключение

В результате выполнения дипломной работы была разработана конструкция пищевого контейнера. Материалом контейнера выбрана сталь AISI 308LSi, т.к. при замедленном охлаждении сохраняется аустенитная структура, а высокое содержание кремния способствует качественному образованию сварного соединения.

Для соединения элементов контейнера используется контактная сварка рельефным способом и аргонодуговая сварка, детализовка контейнера выполнена на 9 чертежах и представлена в приложении к диплому.

В ходе работы были рассчитаны режимы сварки и проведены натурные эксперименты по получению сварного соединения многоточечным способом.

Для проверки качества сварных соединений были проведены контрольные испытания на скручивание и металлографическое исследование.

Экспериментальным путем были установлены режимы, которые позволяют избежать деформацию в плоскости сварки.

Основываясь на конструктивные особенности пищевого контейнера была сконструирована форма электродных пластин, которая представлена на 7 чертежах в приложении к диплому.

В результате экономической оценки было выявлено, что использование многоточечной сварки рельефным способом выгодно.

Список используемых источников

- 1 Гельман А.С. Основы сварки давлением. М., «Машиностроение», 1970, 312 стр.
- 2 Чулошников П.Л. Контактная сварка. В помощь рабочему сварщику. М., «Машиностроение», 1977. - 144 с. с ил.
- 3 Акулов А.И., Бельчук Г. А., Деменцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. М.: Машиностроение, 1977. -432 с.
- 4 Козловский С.Н. Основы теории и технологии программированных режимов контактной точечной сварки: монография/ С.Н. Козловский. – Красноярск: СибГАУ, 2006. – 260 с.
- 5 Катаев Р.Ф. Теория и технология контактной сварки: учебное пособие/ Р.Ф. Катаев, В.С. Милютин, М.Г. Близник. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 144 с.
- 6 Технология и оборудование контактной сварки: Учебник для машиностроительных вузов/Б.Д. Орлов, А.А. Чакалев, Ю.В. Дмитриев и др.; Под общей ред, 1986. – 352 с., ил.
- 7 Прокофьев Ю.С. Организация планирование и управлением предприятием: Методические указания к выполнению курсовой работы. – Томск: изд. ТПУ, 1987. – 38с.
- 8 Грачева К.А. Экономика, организация и планирование сварочного производства: Учебное пособие. М.: Машиностроение, 1984. - 368 с.
- 9 А.Д. Гитлевич и др. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах – М: Машгиз,1962.
- 10 Безопасность производственных процессов: справочник. С.В. Белов, В.Н. Бринза и др. – М.: Машиностроение, 1985. – 448 с.
- 11 Охрана труда в машиностроении // Под ред. Е.Я. Юдина.- М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.
- 12 СНиП II-A.9-71 Строительные нормы и правила. Часть II, раздел А. Глава 9. Искусственное освещение. Нормы проектирования"(утв. Госстроем СССР 29.06.1971)

- 13 СНиП II-4-79 Естественное и искусственное освещение. Дата актуализации: 01.11.2014
- 14 ГОСТ 12.1.003-83* Шум. Общие требования безопасности
- 15 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки
- 16 ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
- 17 ГОСТ 12.1.019–79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
- 18 ГОСТ 12.1.010-76 Взрывобезопасность. Общие требования
- 19 Белов С.В. Охрана окружающей среды. – М.: Высшая школа, 1983. – 264 с.
- 20 Долин П.А. Основы техники безопасности в электрических установках. М.: Энергия, 1990. – с.336.
- 21 Журавлев В.Г. Защита населения и территории в чрезвычайных ситуациях. М.: Высшая школа, 1990. – 376 с.
- 22 Елгазин В.И. Расчет защитного заземления.
- 23 Яблонский А.А. Курс теоретической механики «Высшая школа» (вузы и техникумы) Москва, И-51