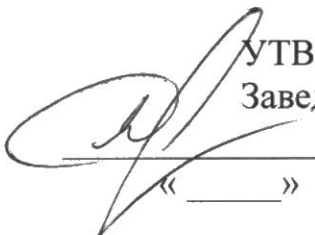




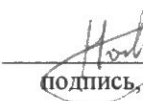
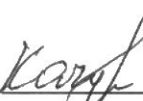
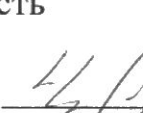

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Машиностроение»

 УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.И. Демченко
« ____ » _____ 2016г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ


150202.65 - «Оборудование и технология сварочного производства»
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ И СВАРКИ КРЫЛЬЧАТКИ
ДЫМОСОСА

Пояснительная записка

Руководитель	 08.06.16	ст. преподаватель	А.А. Безруких
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	 12.05.16		А.М. Махров
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Рецензент		к.т.н. доцент	Е.С. Новикова
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Консультанты: Организационно- экономический раздел	 06.06.16	ст. преподав.	Е.Е. Качуровская
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Раздел безопасность и экологичность проекта	 12.05.16	к.т.н. доцент	О.В. Чурбакова
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Нормоконтролер	 12.06.16	ст. преподаватель	С.Л. Бусыгин
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

А.И. Демченко
» _____ 2016г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
В ФОРМЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Студенту Махрову А.М.
Группа ЗМТ 10-05 Направление (специальность) 150202.65 - «Оборудование и технология сварочного производства»

Тема выпускной квалификационной работы: **«Разработка технологии сборки и сварки крыльчатки дымососа»**

Утверждена приказом по университету № 4280/с от 29.03.2016

Руководитель ВКР: А.А. Безруких, ПИ СФУ, Старший преподаватель
(инициалы, фамилия, место работы и должность)

Исходные данные для ВКР: 1. Чертеж изделия; 2. Программа выпуска; 3. Технические условия на изготовление

Перечень рассматриваемых вопросов (разделов ВКР)

1. Технологический раздел
2. Конструкторский раздел
3. Безопасность и экологичность проекта
4. Организационно-экономический раздел





Перечень графического или иллюстрированного материала с указанием основных чертежей, плакатов:

1. Дымосос (1 лист);
2. Крыльчатка (1 лист)
3. Технологический лист (2 листа);
4. Приспособление для сборки (2 листа);
5. Вращатель (1 лист)
6. Приспособление для крепления (1 лист)
7. Планировка участка (1 лист);
8. Техничко – экономические показатели (1 лист).

8 Консультируемые разделы

Наименование раздела ВКР	Кафедра; инициалы, фамилия преподавателя-консультанта по разделу
1 Организационно-экономический раздел	Е.Е. Качуровская
2 Безопасность и экологичность проекта	О. В. Чурбакова

ДП – 150202.65 – 071019531 ПЗ

Разраб.	Махров А.М.		08.06.16	Разработка технологии сборки и сварки крыльчатки дымососа.	Лист	Листов
Пров.	Безруких А.А.		09.06.16		2	95
Н. контр.	Бусьгин С.П.		09.06.16	Каф. Машиностроение		
Утв.	Демченко А.И.		09.06.16			

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК
выполнения этапов ВКР

№ этапа	Срок	Текстовая часть	Графическая часть
1	с 08.03.2016	ТЧП - 50 %	лист № 1
	по 15.03.2016		
2	с 16.03.2016	КЧП – 50 %	лист № 2
	по 31.03.2016	ТЧП – 40 %	лист № 3
3	с 01.04.2016	КЧП – 50 %	лист № 4
	по 15.04.2016	Б и ЭП – 40 %	лист № 5
		ОЭЧ – 25 %	
		ТЧП – 10 %	
4	с 16.04.2016	Б и ЭП – 40 %	лист № 6
	по 30.04.2016	ОЭЧ – 25 %	лист № 7
			лист № 8
5	с 01.05.2016	ОЭЧ – 50 %	
	по 25.05.2016		лист №9
Всего	на 01.06.2016	100% по разделам	100%

ТЧП – технологическая часть

КЧП – конструкторская часть

Б и ЭП – безопасность и экологичность проекта

ОЭЧ – организационно-экономическая часть

Руководитель выпускной
квалификационной работы

_____ А.А. Безруких
(подпись, дата)

Студент ЗМТ 10-05

_____ А.М Махров
(подпись, дата)

ДП– 150202.65–071019531 ПЗ

Лист

2

Реферат

Пояснительная записка к проекту состоит из введения, четырех основных частей (технологическая часть, конструкторская часть, организационно-экономическая часть, безопасность и экология), заключения и приложений.

Во введении указывается, что сварка является одним из ведущих технологических процессов в отраслях машиностроения. При бурном развитии науки и техники она неуклонно продолжает развиваться и совершенствоваться.

В основных разделах содержатся результаты работы: охарактеризовано изделие, описан используемый материал и его свариваемость, описана технология изготовления изделия с учетом изменений, в конструкторском разделе описывается разработанное оборудование и приспособления, производятся необходимые расчеты и приводятся иллюстрации. Кроме того, дается анализ возможных опасностей и вредностей и пути их устранения, рассчитаны технико – экономические показатели.

В заключении приводятся выводы по результатам работы над проектом.

В приложении размещены спецификации к чертежам.

Объем расчетно-пояснительной записки составляет 92 страниц. Из них 9 иллюстраций, 7 таблиц, 19 пунктов использованной литературы.

Содержание

	Лист
Введение.....	6
1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ раздел.....	7
1.1 Описание изделия.....	8
1.2 Описание основного металла и его свариваемость	11
1.3 Технологичность конструкции	12
1.4 Требования к основным и сварочным материалам	14
1.5 Требования к сборочно-сварочным операциям	15
1.6 Правила приемки и методы контроля.....	17
1.7 Технология изготовления крыльчатки.....	18
1.7.1 Заготовительные операции	18
1.7.2 Краткий технологический процесс сборки-сварки крыльчатки	20
1.8 Обоснование выбора сварки и наплавки	23
1.9 Выбор сварочного оборудования	25
1.10 Выбор сварочных материалов	27
1.11 Расчет режимов сварки.....	30
1.11.2 Режимы наплавки	32
1.12 Контроль качества изготовления изделия	33
1.12.1 Контроль качества сварки	33
1.12.2 Контроль качества наплавки.....	35
2. КОНСТРУКТОРСКИЙ раздел	37
2.1 Общая характеристика механического оборудования	38
2.2. Описание работы сборочно-сварочных приспособлений.....	39
2.3. Выбор и проверочный расчет кантователя.....	41
2.3.1 Определение крутящего момента.....	41
2.3.2. Определение изгибающего момента.....	43
2.3.3. Расчет мощности электродвигателя	43
2.4. Расчет приспособления для вращения изделия	44
2.4.1. Подбор поперечного сечения вала	44
2.4.2. Проверка вала на жесткость.....	46
2.4.3. Расчет крепежных фланцев	48
2.4.4. Определение количества крепежных болтов	49
2.4.5. Расчет крепления приспособления к кантователю.....	51
2.5. Расчет пневмоприжимов	55
3 Безопасность и экологичность проекта	58
3.1 Общая характеристика проектируемого объекта с точки зрения безопасных условий труда	59
3.2 Объемно-планировочное решение проектируемого участка	60
3.3 Производственная санитария.....	61
3.3.1 Микроклимат производственных помещений	61

3.3.2 Освещение рабочих мест.....	61
3.3.3 Хозяйственно-питьевое водоснабжение.....	64
3.3.4 Выделение вредных веществ	64
3.3.5 Шум	67
3.4 Анализ и устранение потенциальных опасностей и вредностей технологического процесса.....	68
3.4.1 Опасность поражения электрическим током.....	68
3.4.2 Опасность травмирования движущимися частями машин и механизмов.....	69
3.4.3 Опасность термического ожога	70
3.5 Анализ и мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций	71
3.5.1 Предупреждение аварий технологического оборудования	71
3.5.2 Обеспечение взрывопожарной безопасности	71
3.5.3 Обеспечение устойчивости объекта.....	72
3.6 Экологичность проекта.....	72
4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	75
4.1 Выбор экономически эффективного варианта сварки	76
4.2. Расчет нормы времени	77
4.3 Расчет действительного фонда времени работы оборудования и рабочих ..	78
4.4. Методика расчета потребности в оборудовании и количестве рабочих..	80
4.5. Расчет капитальных вложений	82
4.6. Расчет текущих затрат	83
4.7. Расчет годового экономического эффекта	88
Заключение	89
Список используемых источников.....	90

ВВЕДЕНИЕ

Основным направлением технического прогресса в области стальных конструкций, в настоящее время является снижение массы этих конструкций за счет применения сталей повышенной прочности, дальнейшего перехода на сварные и неразрезные изделия, повышение заводской готовности конструкций при одновременном совершенствовании конструктивных форм, обеспечивающих не только экономию металла и уменьшение эксплуатационных расходов, но и существенное повышение уровня индустриализации заводского изготовления и монтажа.

В металлостроительстве России и зарубежных стран существует тенденция к повышению удельной стоимости заводского изготовления в общей стоимости конструкции. В ряде стран стоимость заводского изготовления уже значительно превысила стоимость металла, в результате чего для объективной оценки эффективности конструктивного решения недостаточно только весовых характеристик конструкции.

В этих условиях возрастает роль повышения производительности труда на заводах за счет рационального планирования, унификации и типизации конструкций, повышения технологичности конструктивных решений, внедрение новых совершенных технологических процессов по очистке металла, обработки полуфабриката, сборке, сварке, образованию монтажных отверстий и окраске конструкций.

Необходимость обеспечения высокой надежности и бесперебойной эксплуатации сварных металлоконструкций в течение длительного срока службы обусловила повышенные требования к проектированию, изготовлению и монтажу.

1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Описание изделия

Серия центробежных дымососов разработана для отсоса дымовых газов из котлоагрегатов при сухом способе очистки газа перед дымососом, температуре газа не выше 250°C и запыленности не выше 2 гр/мм

Дымососы рассчитаны на продолжительный режим работы в помещении и на открытом воздухе (категория размещения 1,2,3,4 ГОСТ15150-69) в условиях умеренного климата.

Для пылеугольных котлоагрегатов улитка и карманы дымососа имеют броневую защиту от износа. Дымососы серии ДН имеют КПД $\approx 80\%$.

Дымососы могут применяться также в других установках, если физико-химические свойства отсасываемых газов идентичны свойствам газов, отсасываемых из энергетических котлоагрегатов.

Привод дымососов осуществляется от одно-или двухскоростных , асинхронных электродвигателей, указанных в чертежах общих видов. Соответственно в таблице 2 даны дробью характеристики дымососов при высшей и низшей ступенях вращения.

УСТРОЙСТВО И РАБОТА ДЫМОСОСОВ

Дымососы состоят из сборочных единиц, приведенных в таблице 1, и крепежных деталей.

Таблица 1.1 – Перечень сборочных единиц дымососа

Наименование сборочных единиц	Количество на дымосос, шт.	
	Двухстороннего всасывания	Одностороннего всасывания
Крыльчатка или рабочее колесо	Крыльчатка 1	Рабочее колесо 1
Ходовая часть	1	1
Улитка	1	1
Направляющий аппарат правый левый	1 1	1 правый или 1 левый
Карман всасывающий	2	-
Привод направляющих аппаратов	1	-
Кольцо	2	-
Подставка	2	-
Рама под ходовую часть	-	1
Рама под электродвигатель	1, только для двигателя 13 габарита	1
Кронштейн	1	-
Ограждение муфты	1	1
Опорные лапы, комплект (поставляется россыпью)	1	1
Крышка люка (поставляется россыпью)	1	1
Крышка лаза	2	-
Уплотнение	1	1

Крыльчатка дымососа двухстороннего всасывания состоит из основного диска 3, двух конусов 1, 64 загнутых назад листовых лопаток 4 (по 32 штуки с каждой стороны основного диска) (рисунок 1.1).

Крыльчатка в сборе со ступицей называется рабочим колесом.

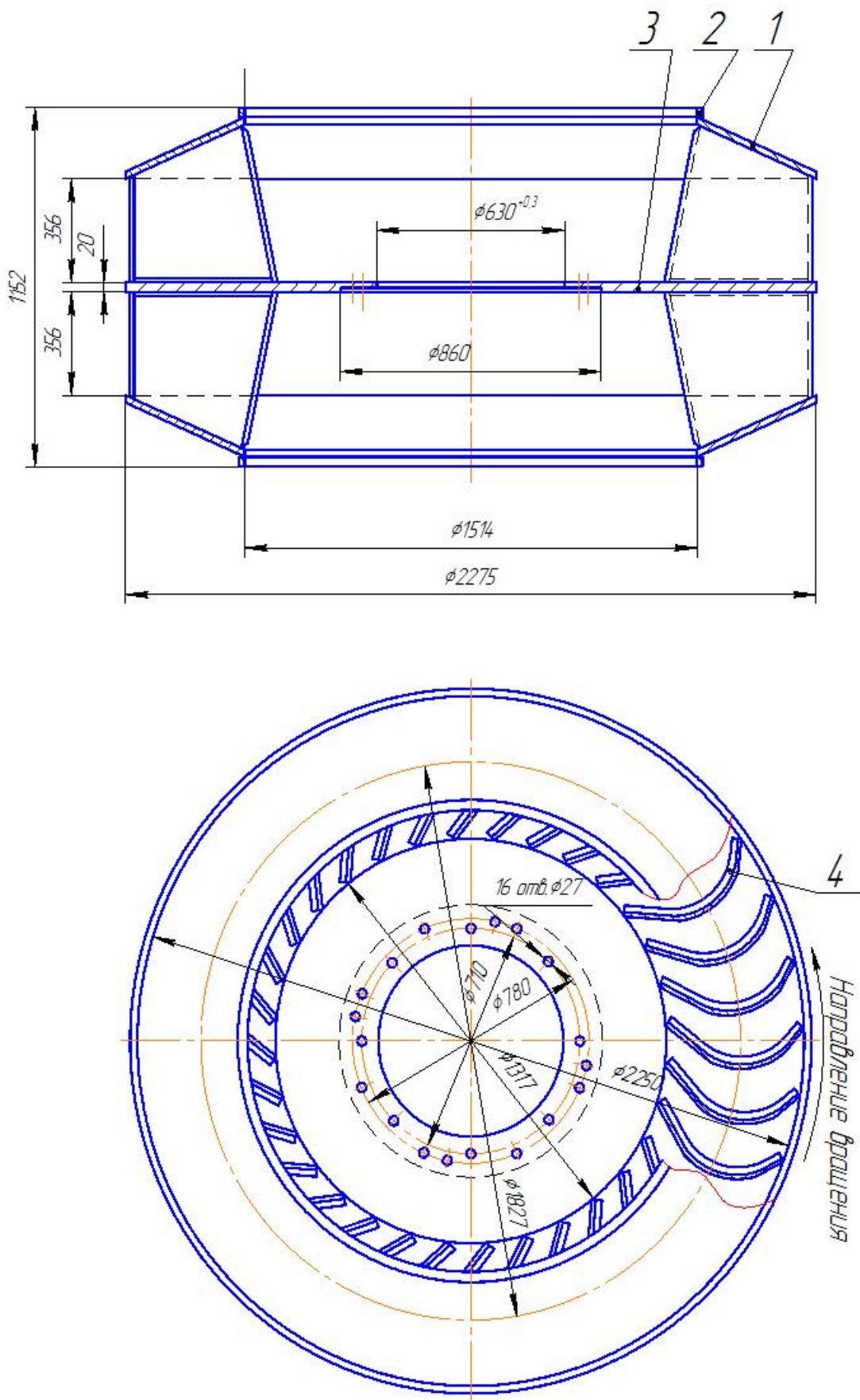


Рисунок 1.1 - Крыльчатка

1.2 Описание основного металла и его свариваемость

Основным материалом для изготовления изделия является низкоуглеродистая сталь Ст3сп. Поставляется в виде сортового проката, в том числе фасонного: ГОСТ 2590-71, ГОСТ 2591-71, ГОСТ 535-79, ГОСТ 2879-69, ГОСТ 19771-74, ГОСТ 19772-74, ГОСТ 8278-83, ГОСТ 8281-80, ГОСТ 8282-83, ГОСТ 8283-77, ГОСТ 380-71, ГОСТ 8509-86, ГОСТ 8510-86, ГОСТ 8239-72. Лист толстый ГОСТ 19903-74. Лист тонкий ГОСТ 19903-74. Лента ГОСТ 503-81, ГОСТ 6009-74. Полоса ГОСТ 103-76, ГОСТ 82-70, ГОСТ 535-79. Трубы ГОСТ 8734-75, ГОСТ 10706-76, ГОСТ 10705-80.

Назначение Ст3сп – несущие и ненесущие элементы сварных и не сварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах. Фасонный и листовой прокат (5-й категорий) толщиной до 10 мм для несущих элементов сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках в интервале от -40 до $+425$ °С. Прокат от 10 до 25 мм для несущих элементов сварных конструкций, работающих при температуре от -40 до $+435$ °С при условии поставки с гарантируемой свариваемостью. Физико-химические свойства стали приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 1.2 – Химический состав стали Ст3

Марка стали	C, %	Si, %	Mn, %	Прочие, %
Ст3сп	0,12 – 0,30	0,05 – 0,15	0,40 – 0,65	Cr. Ni. Cu \leq 0.3

Таблица 1.3– Механические свойства стали Ст3

Марка стали	Толщина проката S, мм	Предел прочности σ_B , МПа	Предел текучести σ_T , МПа	Относительное удлинение $\epsilon \delta$, %	Ударная вязкость мдж/м ²	
					при T = 20 ⁰ С	при T = - 40 ⁰ С
Ст3сп	4-25	380 – 490	210 – 250	27	0,3	0,3

Свариваемостью называется свойство или сочетание свойств металлов образовывать при установленной технологии сварки соединения отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия.

Свариваемость главным образом определяется склонностью сварных соединений к образованию трещин. Также свариваемость зависит от склонности к изменению структуры в переходной зоне сварного соединения и образования в этой зоне закалочной структуры. Характеризуется и способностью сохранения сварным соединением специальных физических, механических свойств основного металла (жаропрочности, коррозионной стойкости и др.)

Свариваемость различных металлов и их сплавов различна. Наибольшее влияние на свариваемость стали оказывает количество содержащегося в ней углерода и легирующих компонентов. Стали с небольшим содержанием углерода хорошо свариваются всеми способами сварки на любых режимах. Повышение содержания углерода в стали ведет к увеличению твердости и уменьшению пластичности. Металл в сварном соединении будет закаливаться что приведет к появлению трещин. Интенсивное окисление углерода во время сварки вызывает образование большого количества газовых пор.

По свариваемости все стали условно разделяются на 4 группы:

I – хорошо сваривающиеся

II – удовлетворительно сваривающиеся

III – ограничено сваривающиеся

IV – плохо сваривающиеся

т.к. используемая сталь Ст3 относится к I группе следовательно свариваемость хорошая.

1.3 Технологичность конструкции

Технологичность сварных конструкций – одно из главных условий ускорения научно-технического прогресса в сварочном производстве,

снижение металлоёмкости и энергоёмкости, себестоимости, повышения их качества и надёжности .

Сварная конструкция считается технологичной, если она сконфигурована из такого количества элементов, с приданием им таких размеров и форм, применением таких видов и марок материалов и оборудования, оснастки и методов организации производства, которые при заданном объёме выпуска и полном выполнении эксплуатационных функций обеспечивают простое и экономичное изготовление конструкций, узлов и деталей, судят, прежде всего, по их себестоимости. К технологичным изделиям обычно относятся конструкции с самой низкой себестоимостью, а сварные конструкции из большого числа металлоёмких элементов, изготовление которых известными способами и средствами невозможно, либо вызывает затруднение и усложнение технологических операций, повышения трудоёмкости, увеличение производительности цикла и повышение себестоимости относят нетехнологичным.

На стадии проектирования сварных конструкций уровень технологичности должен оцениваться по всей совокупности показателей, охватывающий заготовительную, обрабатывающую и сборочно-сварочную стадии производства.

Перечень показателей технологичности сварных конструкций устанавливается в зависимости от состава и характера факторов, к которым относятся: число и конструктивно-технологическая сложность элементов (заготовок, деталей, узлов), используемых при изготовлении сварной конструкции; уровень унификации, стандартизации и взаимозаменяемости элементов конструкции; степень соответствия размеров и форм готовых деталей; количество обрабатываемых поверхностей; требование к качеству обработки, к точности сборки под сварку; объём трудоёмких подгоночных операций; использование новых материалов.

-Оценка технологичности

Технологичность – совокупность свойств конструкции, определяющих её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве,

техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объёма выпуска и условий выполнения работ.

Технологичность конструкции изделия может быть различной для разных типов производства и должна рассматриваться в комплексе с заготовительными операциями.

Для толщин от 3 до 8 мм используются механические способы резки, так как этот метод является наиболее целесообразным.

Использование прессы или гильотинных ножниц позволяет обеспечить достаточно хорошее качество кромок, что позволяет не применять дополнительной механической обработки для обеспечения необходимого качества кромок.

Использование стационарных листов, рациональное расположение деталей и заготовок на поверхности листа обеспечивает достаточно высокий коэффициент использования металла.

Применение сборочных и сборочно-сварочных приспособлений позволяет до минимума сократить потери рабочего времени на установку и кантовку при сварке. Это позволяет снизить трудоёмкость и длительность производственного процесса.

Данная сварная конструкция отвечает всем показателям технологичности и поэтому является технологичной.

1.4 Требования к основным и сварочным материалам

Марки материалов, применяемых для изготовления металлоконструкций, а так же сварочные материалы должны выбираться с учетом требований РД – 24.090.52-90.

Соответствие применяемых материалов требованиям стандартов или технических условий должно подтверждаться сертификатами или паспортами предприятий поставщиков, а в случае их отсутствия – лабораторными испытаниями.

При поступлении на предприятие прокат должен быть подвергнут входному контролю по ГОСТ 24297-87, рассортирован по профилям, маркам и уложен в штабеля на прокладках, расстояние между которыми следует выбирать таким, чтобы уложенный профиль не имел остаточных деформаций (прогибов). Прокат должен храниться в условиях, исключающих снижение его качества, появление не допустимых деформаций.

До запуска в производство и перед правкой прокат должен быть очищен от загрязнения, окалины и ржавчины.

Прокат с дефектами в виде расслоений, трещин для изготовления металлоконструкций не допускается.

Электроды должны храниться в закрытом сухом отапливаемом помещении при температуре не ниже 15 С, условия хранения должны не допускать увлажнения, механических повреждений и загрязнения посторонними сыпучими и жидкими материалами. Перед применением электроды, при необходимости, должны быть просушены и прокалены, т.е. доведены до параметров, установленных стандартом на конкретный материал.

Сварочная проволока должна храниться в сухом закрытом помещении, защищающей ее от воздействия атмосферных осадков и почвенной влаги, в условиях, предохраняющих проволоку от ржавчины, загрязнения и механических повреждений. В случае загрязнения проволока перед применением должна быть очищена от ржавчины, жиров и других загрязнений.

1.5 Требования к сборочно-сварочным операциям

Методы сварки, последовательность выполнения сборочно-сварочных работ, порядок наложения швов, режим сварки и мероприятия по уменьшению сварочных напряжений должны предусматриваться технологическим процессом и обеспечивать надлежащее качество изготавливаемых конструкций и безопасность работ.

Сборка и сварка должны производиться в закрытом помещении при положительной температуре.

Колебания режимов сварки в процессе работы не должны выходить за пределы, установленные технологическим процессом. Рабочее место сварщика должно быть защищено от ветра и попадания влаги. Выполнение сборочно-сварочных работ при отрицательных температурах должно осуществляться по специальному процессу или отдельной инструкции.

Перед сборкой и сваркой проплавливаемые поверхности и прилегающие на них зоны металла шириной не менее 20 мм должны быть защищены до чистого металла. Продукты очистки не должны оставаться в зазорах между собранными деталями.

Сборка металлоконструкций должна производиться на стеллажах или в специально приспособленных условиях, обеспечивающих высокое качество и безопасность работ.

Допускаемое отклонение от форм и размеров кромок и зазоров при сборке под сварку не должны превышать величин, установленных стандартами на швы или чертежом на нестандартные швы. При наличии местных зазоров, превышающих допускаемые, разрешается предварительная наплавка кромок с последующей зачисткой, кроме металлоконструкций для холодного климата.

Швы сборочных прихваток необходимо выполнять теми же сварочными материалами, что и сварку конструкций.

При наложении основных швов прихватки должны быть вырублены или полностью переплавлены. Наложение шва поверх прихваток допускается только после зачистки их от шлака, а мест сварки от брызг.

К сварке ответственных элементов металлоконструкций должны допускаться сварщики, выдержавшие испытания в соответствии с правилами аттестации сварщиков.

Прихватки элементов сварных соединений при сборке должны выполняться сварщиками той же квалификации, что и при выполнении сварных швов.

К руководству сборочно-сварочными работами и контролю за соблюдением технологии сборки и сварки и качества сварных соединений должны допускаться инженерно-технические работники, производственные и контрольные мастера, прошедшие проверку знаний по технике безопасности.

1.6 Правила приемки и методы контроля

Контроль качества изготовления металлоконструкций включает в себя операционный контроль и приемо-сдаточные испытания.

При проведении операционного контроля должен осуществляться контроль качества сварки, при этом должно быть проверено:

- соответствие заготовок и деталей металлоконструкций требованиям инструкции и рабочих чертежей;
- наличие клейм ОТК, подтверждающего приемку заготовок и деталей (или личного клейма рабочего);
- правильность подготовки кромок под сварку, шероховатость поверхностей свариваемых кромок и основного металла, прилегающего и подлежащим сварке кромкам, отсутствие расслоений и других дефектов на кромках;
- зазоры в соединениях, смещение кромок, правильность сборки деталей и их крепление в сборочных приспособлениях;
- исправность сварочного оборудования, аппаратуры, приборов, приспособлений;
- соответствие сварочных материалов и квалификации сварщиков требованиям технологического процесса;
- температура окружающей среды и температура свариваемого материала;
- режимы сварки, очередность наложения швов;

При наличии на поверхности деталей расслоений, трещин, заусениц, задиров, забоин, вмятин и других механических повреждений последние

должны быть полностью удалены дополнительными операциями. Возможность допуска таких деталей в сборку решается ОТК с учетом заключения конструкторских и технологических служб в соответствии с порядком, установленным на предприятии. Незначительные дефекты, не влияющие на эксплуатацию и товарный вид изделия, могут быть допущены в сборку без исправления с разрешения представителя ОТК.

Контроль размеров изделия, отклонений форм поверхностей должно производиться внешним осмотром и измерением универсальными и специальными измерительными средствами.

1.7 Технология изготовления крыльчатки

1.7.1 Заготовительные операции

Начальная обработка проката

После получения основных материалов в заготовительном отделении цеха либо на складе, металл подвергают предварительной обработке: зачистке, правке и вырезке заготовок из кусков листового и профильного проката. Это производится в целях облегчения транспортировки и дальнейших операций по изготовлению деталей.

Изготовление деталей

После предварительной обработки весь металл, поступающий в заготовительное отделение цеха, последовательно проходит ряд производственных операций.

Разметка. Разметка представляет собой нанесение на подлежащем обработке металле конфигурации изготавливаемых изделий в натуральную величину. Основной целью этой операции является обеспечение точных, в соответствии с чертежами, размеров вырезанных из металла деталей, с получением при этом наименьших возможных отходов.

В качестве основного оборудования для выполнения данной операции используют разметочные столы и плиты необходимых размеров. Средствами для разметки служат разного рода мерительные и чертежные инструменты: стальной метр, стальная рулетка, металлические линейки, кернер, циркуль, штангенциркуль, рейсмус, угольник.

Резка. Наиболее универсальным и широкоприменяемым способом резки незакаливающихся сталей является газопламенная (кислородная) резка. Газопламенная резка деталей как прямолинейная, так и по криволинейным контурам, может выполняться вручную при помощи резака или на газорезательных машинах общего (ГОСТ 5614-74) и специального назначения. Кроме того резка металла может производиться на механических ножницах.

Штамповка. Детали из листового металла штампуют в холодном или горячекатанном состоянии. Холодную штамповку можно применять лишь для небольших толщин металла, не выше 10 мм. При этом штамповка должна быть в числе первых операций, непосредственно после резки металла на заготовки. Путем применения специальных матриц и пуансонов одновременно со штамповкой могут быть выполнены операции по пробиванию отверстий в металле и по вырезанию (выдавливанию) контуров штампуемых деталей.

Зачистка. В целях получения гладких, без заусенцев, поверхностей контура штампованных деталей, а так же для удаления с поверхности кромок окалин и шлаков, образующихся после вырезки деталей газовым пламенем, кромки подвергаются зачистке. Эта операция, в большинстве случаев, выполняется наждачными кругами.

Правка. Детали и заготовки из листового или профильного проката, искривленные в процессе вырезки их газовым пламенем либо на механических ножницах, выпрямляют на листопрямильных или сортопрямильных вальцах. Правка осуществляется созданием местной пластической деформации и достигается многократным изгибом при пропускании заготовки между верхним и нижним рядами вальцов.

Очистка. Детали, соединяемые посредством сварки плавлением требуют предварительной очистки от окалины и окислов. Данная операция может быть выполнена несколькими способами:

дробеметной обработкой. В этом случае процесс очистки металла от окалины и окислов осуществляется сильной струей чугуновой дробью, выбрасываемой специальным пневматическим аппаратом;

переносным наждачным кругом. Этот способ очистки применим только для листового металла толщиной свыше 3 мм.;

газоплазменной обработкой.

Образование отверстий. Отверстия в металле после разметки выполняют одним из следующих способов:

сверлением отверстий на сверлильном станке;

продавливанием отверстий на дыропробивных станках с последующим рассверливанием на сверлильном станке;

прожиганием отверстий струей кислорода после предварительного нагрева металла газовым пламенем.

Гибка заготовок и деталей. В заготовительных отделениях сварочных цехов производят обычно только холодную гибку металла. Для выполнения вспомогательных операций по удержанию металла в процессе его гибки, а так же при установке и снятии его со станка необходимы подъемно-транспортные устройства (мостовой кран либо местный консольный кран).

1.7.2 Краткий технологический процесс сборки-сварки крыльчатки

Металл со склада поступает в заготовительно-прессовый цех, где после правки и чистки методом гильотинной резки, холодной штамповки и гибки изготавливают детали к ковшу и к звену в целом.

Готовые детали после приемки ОТК по накладным транспортируются автопогрузчиками на склад сборочно-сварочного цеха (ССЦ). В ССЦ принимаются кладовщиком и затем распределяются по сварочным участкам.

На участке сборки-сварки крыльчатки процесс изготовления осуществляется в несколько этапов: сборка-сварка конусов; сборка и приварка лопаток к диску; приварка конуса к лопаткам; наплавка лопаток износостойким материалом.

Все узлы, в обязательном порядке контролируются представителем ОТК на качество изготовления.

1. На заготовительном участке изготавливается развертка конуса. С помощью стяжного устройства соединяют кромки конуса и производят сварку.

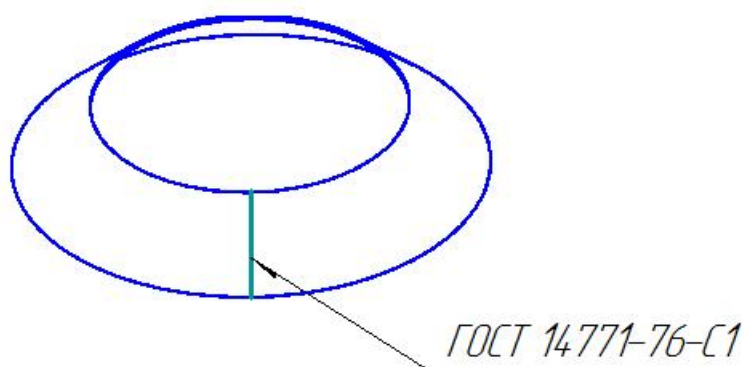


Рисунок 1.2 – Сборка-сварка конуса

2. Лопатки устанавливают в разработанное приспособление, в котором с помощью пневматического прижима надежно фиксируются. После установки всех лопаток, приспособление центрируется относительно диска и немного поджимается к нему. Производится прихватка лопаток к диску.

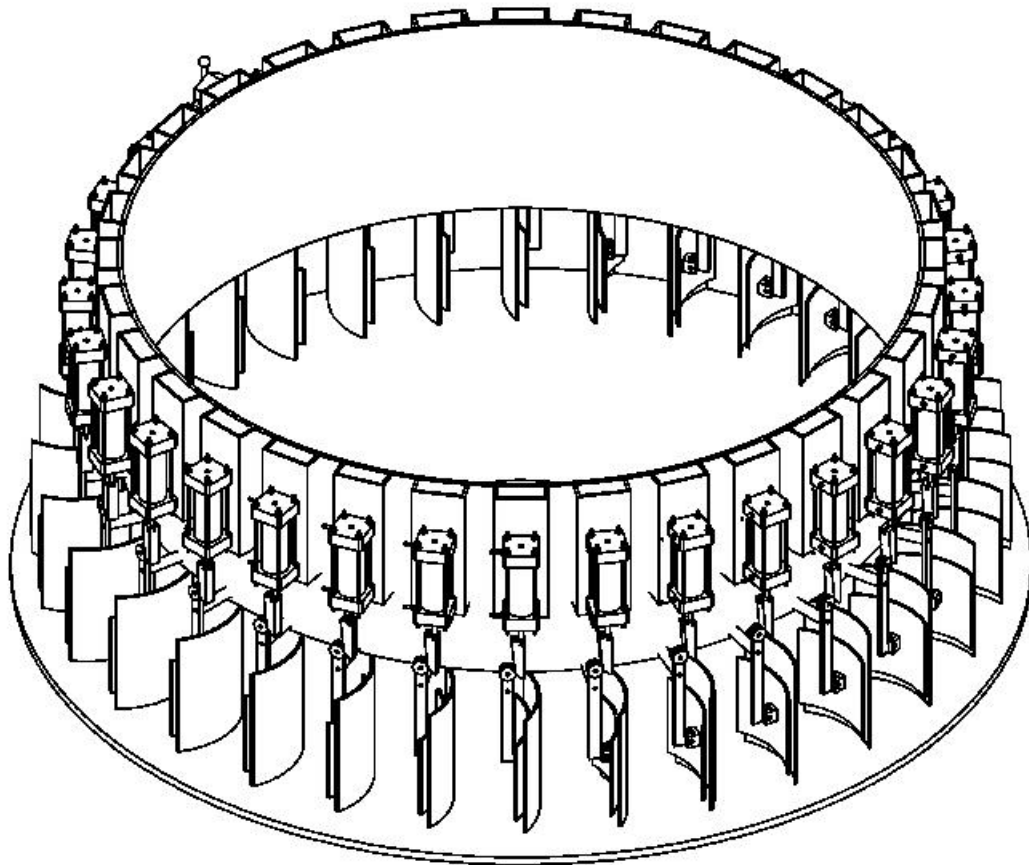


Рисунок 1.3 – Сборка-сварка лопатки и диска

3. Убирается приспособление. Устанавливается конус, центруется и производится прихватка лопаток к конусу.
4. Собранный узел кантуется на 180° и повторяется операция 2 и 3.
5. Крыльчатка в собранном виде устанавливается на установку для сварки и производят проварку всех сопрягаемых частей: лопаток к диску и к конусу. При этом для уменьшения деформации конструкции с целью уменьшения концентрации тепла сварку лопаток производят симметрично т.е. проварили одну повернули на 180° , проварили другую.
6. После сварки лопаток производят наплавку износостойкого слоя на лопатки.

Перед наплавкой производят обрезку вершины лопаток в соответствии с установленными осевыми зазорами, Наплавку лопатки производят, придерживаясь такой последовательности (рисунок 5): первоначально производят наплавку участка I, затем II и III, лопатка при этом выставляется

таким образом, чтобы рабочая поверхность ее была близко к горизонтальной плоскости. Носок лопатки в этом положении должен быть выше выходной кромки.

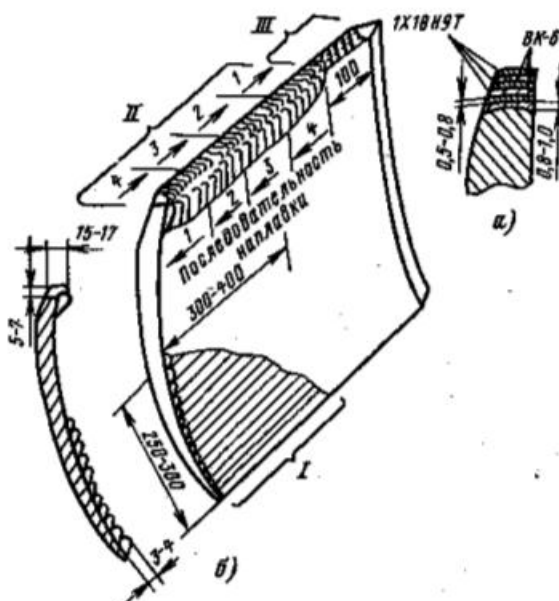


Рисунок 1.4 – Схема наплавки запасной рабочей лопатки

7. Производят контроль качества полученных соединений.
8. Производится балансировка готового изделия.

1.8 Обоснование выбора сварки и наплавки

Для сварки основных узлов крыльчатки предлагается применять механизированную сварку в среде защитного газа CO_2 .

Выбор этого способа объясняется большой его универсальностью, возможностью выполнять механизированную сварку в углекислом газе практически во всех доступных для ручной дуговой сварки местах при более высокой производительности и лучших условиях труда.

Сущность способа сварки в углекислом газе заключается в том, что электрическая дуга и расплавленный металл защищены от влияния кислорода и азота зоной защитного газа. Сварка в углекислом газе может выполняться плавящимся и неплавящимся электродами. Особенность сварки

плавящимся электродом заключается в применении электродных проволок с повышенным содержанием элементов раскислителей (марганца, кремния и др.), компенсирующих их выгорание в зоне сварки.

Для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей в среде углекислого газа применяют кремнемарганцовистые проволоки. Наибольшее распространение получила проволока марки Св-08Г2С. Полуавтоматическую сварку в углекислом газе осуществляют проволокой диаметром 0,8—2,0 мм,

Для сварки низкоуглеродистых сталей режим сварки подбирают, исходя из получения нормального (оптимального) формирования сварного шва, т.е. получения шва с заданными размерами. При этом параметры режима сварки должны обеспечить устойчивость процесса, необходимое проплавление свариваемого металла и оптимальную скорость сварки.

Серьёзным недостатком сварки в углекислом газе проволокой сплошного сечения является интенсивное разбрызгивание металла, вызывающее засорение аппаратуры и забрызгивание свариваемых изделий. Однако разработаны различные смеси инертных и активных газов, улучшающие технологические и металлургические свойства защитной атмосферы.

Эту проблему решают добавлением к углекислому газу 20-25 % аргона, что изменяет характер переноса электродного металла. Процесс крупнокапельного переноса переходит в мелкокапельный или струйный. При этом увеличивается глубина проплавления; коэффициент расплавления увеличивается на 15%, а коэффициент наплавки—на 25%. Так же аргон снижает содержание углерода в металле шва до более низкого уровня.

Этот вид сварки всё больше используют в тяжелом машиностроении. Экономический эффект от её применения возрастет с увеличением толщины свариваемого материала.

Так как износу на рабочих лопатках подвергаются в основном носок входной кромки на всей высоте лопатки и рабочая поверхность лопатки у вершины выходной кромки, то и защите подвергаются эти участки.

В числе основных способов защиты могут применяться следующие:

- плазменное напыление и газопорошковая наплавка порошковым сплавом СНГН;
- электродуговая наплавка электродами Т590, Т620;
- наплавка порошковой проволокой ППАИ-170 и аргонодуговая наплавка твердым сплавом ВК-6.

Исходя из геометрических особенностей наплавляемых деталей и объема работ, я выбираю наплавку с применением ручной дуговой сварки; Такой выбор (ручной дуговой наплавки вместо полуавтоматической или автоматической) обусловлен тем, что при существующем объеме работ и экономической ситуацией на предприятии это целесообразно для наплавки лопаток.

1.9 Выбор сварочного оборудования

Для сварки в защитном газе будем использовать подающий механизм ПДГО-510Т. Эти механизмы предназначены для сварки на постоянном токе в среде защитных газов изделий из малоуглеродистых и низколегированных сталей, проволокой диаметром 1,0 – 1,6 мм. на токах до 500А.

Таблица 1.4 – Техническая характеристика подающего механизма ПДГО-510Т

Номинальный сварочный ток, А.	500
Продолжительность работы ПВ, %	60
Пределы регулирования рабочего напряжения, В.	22-40
Диаметр электродной проволоки, мм.	1,0-1,6
Скорость подачи проволоки, м/ч.	120-1100
Тип источника сварочного тока	ВД-506ДК

В качестве источника питания сварочной дуги при сварке в CO₂ будем использовать комбинированный сварочный выпрямитель ВД-506ДК, который имеет как жесткие характеристики для сварки в газах, так и крутопадающие для сварки штучными электродами.

Плавное регулирование сварочного тока при падающих внешних характеристиках и напряжения при жестких характеристиках осуществляется на дистанционном пульте управления.

Таблица 1.5 – Техническая характеристика ВД-506ДК

Номинальный сварочный ток, А.	500
Пределы регулирования: сварочного тока, А.	50-500
рабочего напряжения, В.	22-40
Первичное напряжение, В.	220/380
Напряжение холостого хода, В.	85
Мощность, кВт.	22
КПД, %	82
Габаритные размеры	390x710x700
Масса, кг.	180

Сварка в CO_2 проволокой Св-08Г2С диаметром 1,6 мм. позволяет выполнять швы во всех пространственных положениях при сравнительно высокой производительности. Аналогичные выводы можно сделать и при сварке в смесях газов.

Высокие механические свойства швов, выполненных в смесях газов на обычных режимах при скорости охлаждения $W_0=6,79$ град/сек. проволокой Св08Г2С указывают на возможность ее применения для сварных конструкций ответственного назначения, изготавливаемых из углеродистых и низколегированных сталей.

Для ручной дуговой наплавки в качестве источника питания можно использовать любой выпрямитель (например – серии ВДУ), обеспечивающий необходимый ток сварки и падающую внешнюю характеристику. Поэтому применяем тот же источник питания – ВД-506-ДК

1.10 Выбор сварочных материалов

При сварке низкоуглеродистых сталей для защиты расплавленного металла сварочной ванны и электродного металла от взаимодействия с кислородом и азотом воздуха используют химически активные и инертные защитные газы. Так как данная сварная конструкция, является конструкция 1 класса ответственности необходимо максимально защитить расплавленный металл шва во избежание образования дефектов в сварочном шве (пор, окисление металла и т.д.).

Наиболее распространенным активным защитным газом является углекислый газ – CO_2 . Углекислый газ – жидкая низкотемпературная двуокись углерода сорт 1 ГОСТ 8050-85.

Элементы раскислителя в расплавленный металл сварочной ванны вводятся через присадочный материал. При сварке в среде углекислого газа электродная проволока является единственным материалом, через который можно в достаточно широких пределах излить состав и свойства металла шва.

Возможность применения проволоки для сварки в защитных газах в основном определяется сочетанием и содержанием в ней элементов-раскислителей. Экспериментальные данные позволили установить рациональные диапазоны содержания основных элементов-раскислителей в электродных проволоках, предназначенных для сварки в защитных газах низкоуглеродистых и низколегированных сталей:

0,05 – 0,12 % С

0,8 – 1,1 % Mn

Добавление в электродную проволоку к этим элементам-раскислителям легирующих элементов, имеющих слабое сродство к кислороду (хрома, никеля, молибдена) позволяет получить металл шва с разными свойствами.

Исходя из выше перечисленного в качестве электродной проволоки выбираем сварочную проволоку Св-08Г2С

Данная проволока должна обеспечить качество шва и свойства металла шва приблизить к свойствам основного металла.

Согласно справочной литературы, металл шва выполненный проволокой Св-08Г2С обладает хорошими прочностными и пластическими свойствами и сравнительно высокой ударной вязкостью при комнатной температуре. Высокие механические свойства швов, выполненных в среде защитных газов на обычных режимах сварки проволокой Св-08Г2С указывают на возможность ее применения для сварки конструкций ответственного назначения, изготавливаемых из углеродистых и низколегированных сталей.

Состав электродной проволоки определяется по ГОСТ 2246-70 [6].

Таблица 1.6 – Химический состав проволоки Св-08Г2С

Содержание, %						
С	Mn	Si	Cr	Ni	S, не более	P, не более
0,05-0,1	0,8-1,0	0,06	0,2	до 0,25	0,025	0,03

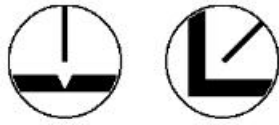
Таблица 1.7 – Механические свойства металла шва

σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$ МПа	δ_s , %	a_n , Дж/см ² , при °С		
			+ 20	- 20	- 40
460	420	22	140	—	—

Для наплавки применяем электроды марки Т-590 ГОСТ 9466-75.

Общая характеристика

Электроды со специальным покрытием, предназначены для наплавки быстроизнашивающихся деталей, работающих в условиях преимущественно абразивного изнашивания. Наплавка в нижнем наклонном положении на постоянном токе обратной полярности.



Полярность: (+)

Род тока: (=)

Ух.х.: 50 V

Таблица 1.8 – Химический состав наплавленного металла (%)

C	Si	Mn	Cr	B	S	P
2,9-3,5	2,0-2,5	1,0-1,5	22,0-27,0	0,5-1,5	≤0,035	≤0,040

Твердость в исходном состоянии HRC₃: 58...64

Наплавленный металл обладает высокой износостойкостью в условиях истирания абразивными материалами, пониженной сопротивляемостью ударам, склонен к образованию трещин, не снижающих эксплуатационных характеристик наплавленного слоя. Термообработке не поддается.

Таблица 1.9 – Технологические особенности

Диаметр электрода, мм	Длина электрода, мм	Вес упаковок, кг	Сварочный ток, А	Производительность, кг/ч	Коэффициент наплавки г/(А*ч)	Расход 1кг электродов на кг наплавленного металла
4,0	350	5,0	200 – 220	1,9	9,0	1,4
5,0	350	5,0	250 – 270			

Во избежание выкрашивания не рекомендуется производить наплавку стальных деталей более чем в два слоя. Для наплавки больших толщин промежуточные слои наплавляются электродами других марок, в зависимости от марки основного металла.

Повторная прокатка перед сваркой 300-350 °С в течение 1ч.

1.11 Расчет режимов сварки

Тавровое соединение Т1-Δ6

По заданному катету шва определим площадь поперечного сечения наплавленного металла при получении плоского шва по формуле:

$$F_H = k^2/2, \quad (1.2)$$

где F_H - площадь поперечного сечения, см;

k - катет шва, мм

$$F_H = 6^2/2 = 18 \text{ мм}^2 = 0,18 \text{ см}^2$$

Определим величину сварочного тока по формуле:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_{эл}^2}{4} \cdot j, \quad (1.3)$$

где $d_{эл}$ - диаметр электродной проволоки, мм;

j - плотность тока, А/мм².

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} \cdot 115 = 271,3 \text{ А.}$$

принимаем $I_{св} = 270 \div 280 \text{ А.}$

Определим скорость сварки по формуле:

$$V_{св} = \frac{4 \eta \cdot I_{св}}{100 \gamma \cdot F_H}, \quad (1.4)$$

где γ - плотность наплавленного металла, г/см³

$$V_c = \frac{14,1 \times 271,3}{100 \times 7,8 \times 0,18} = 18,3 \text{ м/ч}$$

Определим оптимальное напряжение дуги по формуле:

$$U_d = 20 + \frac{50 \times 10^{-3}}{d_{э}^{0,5}} \times I_{cc} \pm 1, \quad (1.5)$$

$$U_d = 20 + \frac{50 \times 10^{-3}}{1,6^{0,5}} \times 271,3 = 29,4 \text{ В.}$$

принимаем $U_d = 29 \div 30 \text{ В.}$

Определим глубину проплавления $F_{пр}$:

$$F_{пр} = \frac{\Pi d^2}{4}, \quad (1.6)$$

$$F_{пр} = \frac{3,14 \times 1,6^2}{4} = 4,0 \text{ мм}^2 = 0,04 \text{ см}^2$$

Таким образом, режимы сварки механизированным способом следующие:

Диаметр электродной проволоки, мм	1,6
Сила сварочного тока, А	270÷280
Напряжение на дуге, В	29÷30
Скорость сварки, м/ч	18,3
Объем расхода газа, л/мин	20÷22

1.11.2 Режимы наплавки

Форма и размеры валиков находятся в прямой зависимости от рода и полярности тока, напряжения, скорости подачи электрода, вылета и расположения электрода по отношению к плоскости наплавляемой поверхности.

Нижние пределы величины сварочного тока применяются при необходимости получения малой толщины наплавленного слоя, а также для уменьшения нагрева лопаток. Минимальный предел величины сварочного тока ограничен стабильностью процесса и качеством формирования валика. Максимальный предел величины сварочного тока ограничен глубиной проплавления, исключаящей перегрев лопаток и его деформацию.

При выборе напряжения на дуге необходимо отдать предпочтение минимальным его величинам как более экономичным по расходу сварочных материалов. Минимальный предел напряжения ограничен стабильностью процесса и качеством формирования валика. Повышение напряжения приводит к увеличению величины сварочной ванны, глубокому проплавлению металла и значительному местному нагреву стенок ковша.

Скорость наплавки выбирается в зависимости от требуемых размеров валика и величины сварочного тока.

Режимы ручной дуговой наплавки.

Силу сварочного тока рассчитывают, исходя из диаметра электрода и допускаемой плотности тока:

$$I_{св} = \pi d^2 i / 4 \quad (1.7)$$

где d – диаметр электрода, мм

i – допускаемая плотность тока, А/мм². $i = 14-18$

Для $d = 3$ мм $I_{св} = 90-130$ А; Для $d = 4$ мм $I_{св} = 160-220$ А Для $d = 5$ мм $I_{св} = 260-320$ А

Напряжение дуги при РДН не регламентируется и может колебаться в пределах 20-36 В.

Все режимы сварки подлежат тщательной отработке перед операцией наплавки.

1.12 Контроль качества изготовления изделия

1.12.1 Контроль качества сварки

Продукция изготовления в соответствии с требованиями установленными в стандартах и технических условиях, считается годной а изготовленная с отклонениями от стандартов и технических условий – браком.

Определение качества продукции и установления причин брака представляет собой задачу для отдела технического контроля (ОТК) организуемого на предприятиях.

При контроле качества сварных соединений можно выделить три вида контроля:

1) Предварительный контроль.

Применяется с целью предупреждения брака. При этом виде контроля проверяется соответствие: исходных материалов (металла, сварочной проволоки, защитного газа); квалификации сварщиков; состояние сварочного оборудования и сборочно-сварочной оснастки; комплектность технической документации.

2) *Операционный контроль.*

Заключается в проведении контроля на стадиях заготовительных операциях в процессе сборки под сварку и непосредственно самой сварки, а также в наблюдении за строгим соблюдением технологии и режимов сварки.

3) *Окончательный контроль*

Это приемо-сдаточные испытания готовой продукции. Окончательный контроль является сплошным, т.е. контролируется все изделия.

Контроль производят на основе технических условий приемки.

Основными причинами образования дефектов являются нарушения заданной технологии, применение несоответствующих наплавочных материалов и неисправность оборудования. Поэтому необходимо, чтобы первые две ступени были четко отработаны.

Для выявления видимых дефектов изделие подвергают внешнему осмотру. Внешним осмотром выявляется на соответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, наружные трещины, свищи и поры и другие внешние дефекты.

Размеры швов должны соответствовать размерам, указанным в чертежах, для этого используется мерительный инструмент (линейка, катетомер, контрольный шаблон и т.д.)

Контроль прочности и пластичности сварных соединений конструкции всех классов следует производить по требованию ОТК при сомнительных или спорных результатах оценки качества по технологическим пробам. Определение механических свойств сварных соединений производится на образцах-свидетелях вырезанных из сварной конструкции или заготовок, сваренных в тех же условиях что и конструкция в соответствии с ГОСТ 6966-89.

Допускается подвергать испытанию на прочность готовые сварные конструкции. Методы испытаний, графики испытаний и количество испытываемых сварных конструкций устанавливает ОТК в зависимости от конструктивных особенностей и назначения выпускаемых изделий.

Данное сварное изделие контролируется визуально-измерительным методом контроля – 100%, а также швы приварки.

1.12.2 Контроль качества наплавки

Толщина наплавленного слоя после зачистки на носке лопатки должна быть не менее 4—5 мм, на выходной кромке —не более 3 мм и контролируется при помощи штангенциркуля. Твердость наплавленного слоя измеряется по контрольному образцу наплавки и должна быть не менее 58—61 HR_C при нагрузке 150 кг. Измерение производится прибором ТШ.

Контроль качества наплавки осуществляется визуальным осмотром. Не допускаются подрезы, непровары, большие шлаковые включения и трещины, идущие через всю толщину наплавки до основного металла. Зачистка наплавленного участка на рабочей поверхности лопатки у выходной кромки ведется таким образом, чтобы создать плавный переход от основного к наплавленному металлу по направлению движения газового потока. В противном случае в процессе работы произойдет износ металла лопатки под наплавкой с образованием «карманов», существенно нарушающих аэродинамику дымососа. Наплавку и зачистку наплавленного участка носка лопатки надо производить таким образом, чтобы носок лопатки имел прямоугольную форму.

Как показала практика, прямоугольная форма носка лопатки -на 30—40% увеличивает время до момента образования «клина» и тем самым увеличивает срок службы лопаток. Это объясняется следующим обстоятельством: интенсивность износа лопаток резко возрастает с момента образования на входной кромке носка лопатки «клина», т. е. двух фасок, образующих между собой определенный угол.

Клин по всей высоте носка образуется через "400—600 ч работы незащищенной рабочей лопатки. При угле 30-40° к набегающему потоку отходящих дымовых газов углеродистые стали имеют максимальный износ.

Качеству наплавки участка носка от середины до основания лопатки следует уделить особое «внимание по следующим причинам. Рабочие лопатки перед эксплуатацией подвергаются отстройке от резонансной частоты. Это вызвано тем, что при попадании лопаток в резонанс 11-й или 12-й кратности по скорости вращения напряжения в металле лопатки достигают 420 кгс/см^2 , а при пуске и останове дымососа вибраций лопаток сильно увеличивается и напряжения в отдельных случаях возрастают до 900 кгс/см^2 , что может привести к появлению трещин и обрыву лопаток.

Полученные эпюры распределения напряжений показывают, что при первом (основном) тоне тангенциальных колебаний максимальные напряжения незащищенных рабочих лопаток дымососов возникают на расстоянии 50 мм от места приварки лопатки к ступице рабочего колеса.

1.13 Балансировка. После всех операций необходимо произвести балансировку на приближенных к рабочим оборотам вращения.

2. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Общая характеристика механического оборудования

Механизация и автоматизация производственного процесса изготовления сварных изделий представляет собой одну из основных задач современного сварочного производства, решение которой значительно повышает производительность труда.

Специфическая особенность сварочного производства - резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30 процентов общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75 процентов приходятся на долю сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75 процентов всего комплекса цехового оборудования.

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют целью – обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия. Наиболее рационально для сборки использовать прижимы.

Основными требованиями к сборочно-сварочным приспособлениям являются:

- свободный доступ к деталям;
- обеспечение рациональной последовательности сборки;
- обеспечение минимального числа кантовых изделий;
- безопасность в работе;
- прочность и жесткость приспособления.

В данной работе в предлагаемом технологическом процессе используются сборочные и сборочно-сварочные приспособления для сборки и сварки крыльчатки.

2.2. Описание работы сборочно-сварочных приспособлений

Для сборки и сварки крыльчатки используются различные технологические приспособления. На первом этапе собирается центральная часть изделия, состоящая из опорного диска и лопаток. Для этой операции применяется специально разработанное приспособление (рисунок 2.1).

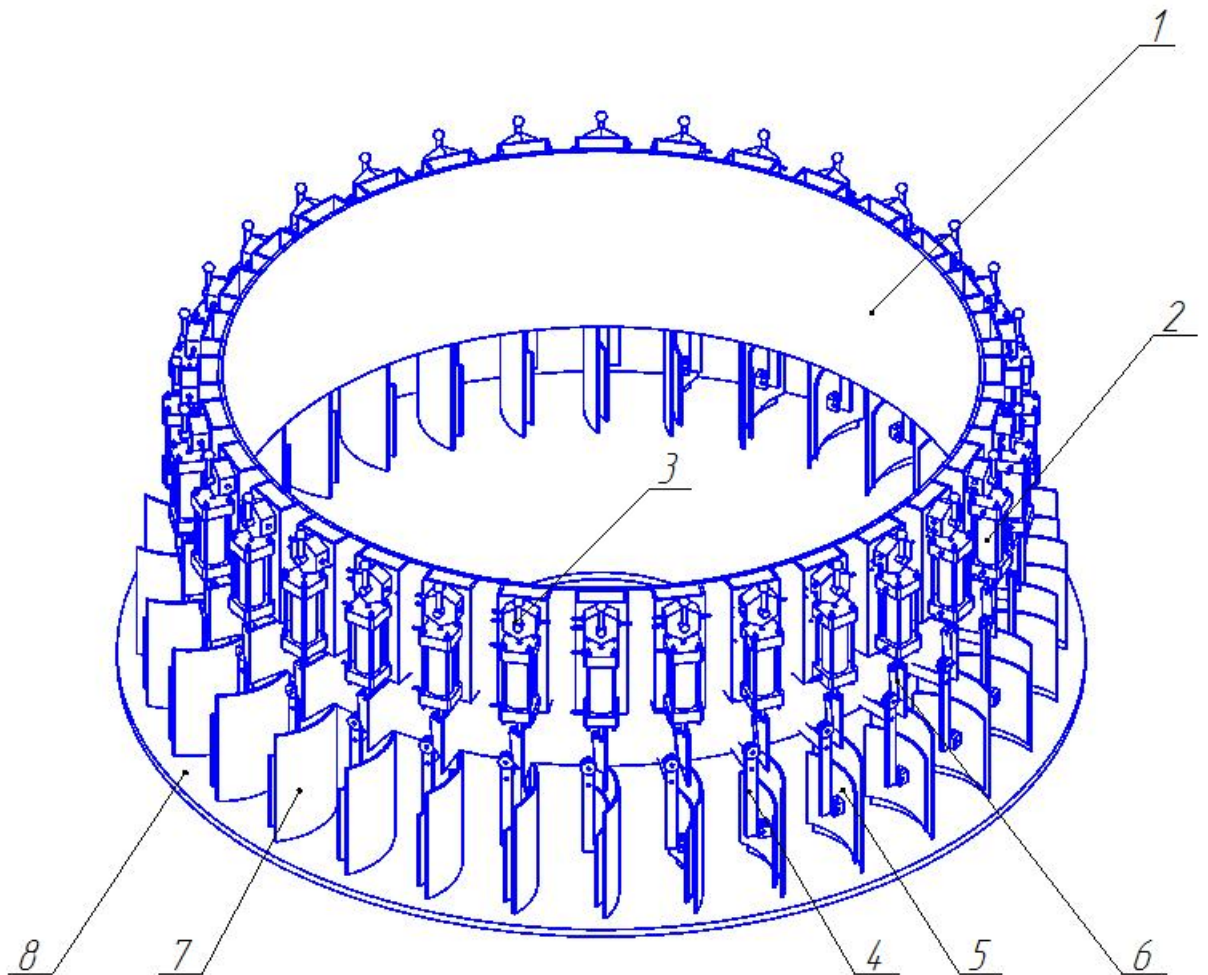


Рисунок 2.1 – Приспособление для сборки лопаток

Оно состоит из основания поз.1, представляющего собой металлический цилиндр, с приваренными к нему швеллерами для крепления пневмоцилиндров поз.2, и двухходовых кранов поз.3, направляющими для клина поз.6 и креплениями для коромысла поз.4. Так же к основанию привариваются упоры поз.7 по форме лопаток.

Принцип работы данного приспособления заключается в следующем. Опорный диск крыльчатки поз.8 укладывается на стол. На поворотной

колонне ПК-3 к опорному диску подается сборочное приспособление. По упорам последовательно устанавливаются лопатки крыльчатки и закрепляются при помощи прижимов, путем поворота ручки двухходового крана. Затем приспособление центруется и при помощи направляющей поджимается к диску. Производится прихватка лопаток. После этого приспособление отводится от собранной единицы и производится сборка на прихватках лопаток с конусом. Затем вся сборка кантуется на 180° и все операции повторяются. Для этого используется подобное приспособлений с противоположной ориентацией упоров и прижимов.

После сборки центральной части сборочная единица устанавливается в приспособление для сварки и наплавки лопаток (рисунок 2.2).

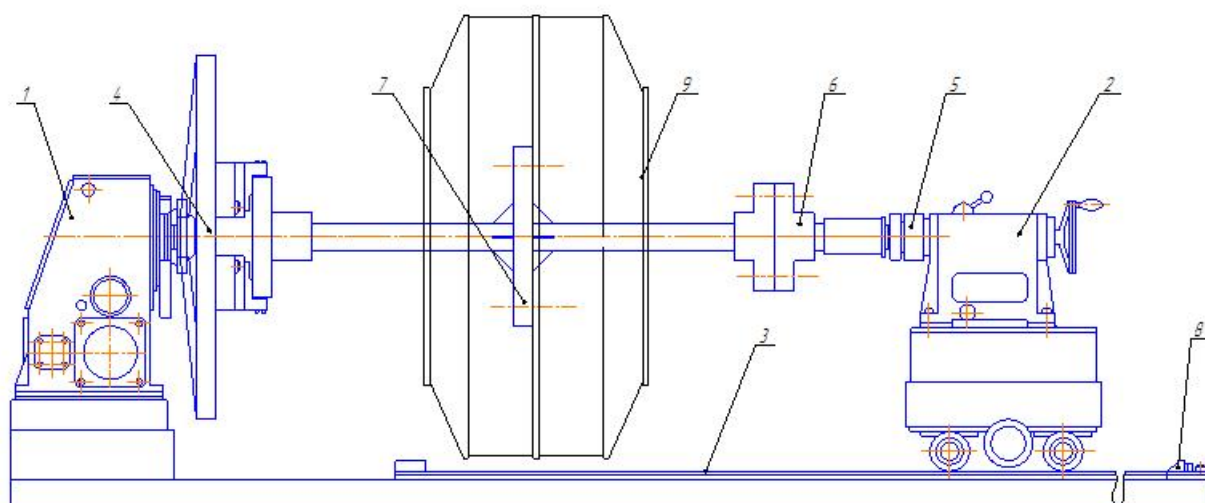


Рисунок 2.2 – Установка для сварки и наплавки

Данное приспособление представляет кантователь, состоящий из неподвижной стойки поз.1 с передней бабкой поз.4, подвижной стойки поз.2 перемещающейся по рельсовому пути поз.3, с установленной на ней задней бабкой поз.5. Изделие поз.9 устанавливается в кантователь на специально разработанном приспособлении поз.7, которое крепится к задней бабке при помощи крепежного узла поз.6.

Деталь устанавливается на приспособление поз.7 и крепится болтами. Затем само приспособление с деталью устанавливается в кантователь. Сварка

лопаток производится двумя сварщиками с двух противоположных сторон, последовательно вращая изделие с шагом равным расстоянию между двумя соседними лопатками. После сварки лопаток производится наплавка рабочих поверхностей.

2.3. Выбор и проверочный расчет кантователя

Кантователи предназначены для поворота и установки изделий в удобное положение при сборке, сварке и отделке. По конструктивному исполнению кантователи разделяют на двухстоечные, одностоечные, цепные, рычажные, кольцевые, домкратные.

В данном дипломном проекте для сварки крыльчатки применяется двухстоечный кантователь, с перемещаемой задней стойкой, так как изделие вместе с установочным приспособлением имеет достаточно большой вес и габаритные размеры.

Двухстоечный кантователь отличается от вращателей такого же типа отсутствием регулируемой (сварочной) скорости вращения. Двухстоечные кантователи наиболее распространены, просты по конструкции и универсальны. Они предназначены для поворота балочных, рамных и корпусных конструкций.

Выбор марки кантователя зависит от следующих факторов: грузоподъемность, максимальный крутящий момент на оси вращения планшайбы и наибольший изгибающий момент относительно опорной плоскости планшайбы. Зная вес изделия, который составляет порядка 2 тонн, предварительно принимаем кантователь КДП-4М.

2.3.1 Определение крутящего момента

Наибольший крутящий момент $M_{кр}$, воспринимаемый приводом кантователя, определяется следующим образом:

$$M_{кр} = M_1 + M_2 \quad (2.1)$$

где M_1 – момент, учитывающий смещение центра тяжести относительно продольной оси, Нм;

M_2 – момент трения-скольжения, Нм.

$$M_1 = G \cdot e \quad (2.2)$$

где G – вес изделия в сборе вместе с валом и креплением, Н;

e – эксцентриситет, т.е. расстояние от оси вращения до центра тяжести свариваемого изделия, м.

В данном случае смещение центра тяжести весьма незначительно, поэтому моментом M_1 пренебречь.

$$M_2 = G \cdot f \cdot R \quad (2.3)$$

где f – коэффициент трения ($f = 0,15$);

R – радиус шпинделя механизма привода ($R=100$ мм.).

Вес изделия:

$$G = M \cdot g \quad (2.4)$$

где $M = 2200$ кг, масса крыльчатки в сборе с валом и креплением;

$g = 9,8$ м/с², ускорение свободного падения.

$$G = 2200 \cdot 9,8 = 21560 \text{ Н}$$

$$M_2 = 21560 \cdot 0,15 \cdot 0,1 = 324 \text{ Нм}$$

Тогда общий крутящий момент привода будет равен моменту трения:

$$M_{кр} = M_2 = 324 \text{ Нм}$$

Из технических характеристик кантователя, максимальный крутящий момент на оси вращения планшайбы $M = 15000 \text{ Нм}$.

2.3.2. Определение изгибающего момента

Изгибающий момент:

$$M_u = \frac{G}{2} \times \frac{L}{2} \quad (2.5)$$

где L – максимальная длина изделия, установленного на сварочное приспособление. $L = 3000 \text{ мм}$

$$M_u = 21560 \times 3 / 4 = 16170 \text{ Нм}$$

Из технических характеристик вращателя, максимальный изгибающий момент на плоскости планшайбы $M = 30000 \text{ Нм}$.

2.3.3. Расчет мощности электродвигателя

Мощность приводного электродвигателя определяется исходя из величины наибольшего крутящего момента, действующего на оси кантователя:

$$N = \frac{M_{кр} \times \pi \times n}{30 \eta_0} \quad (2.5)$$

где η_0 – общий КПД привода, являющийся произведением КПД всех передач приводного механизма; $\eta_0 = 0,65$.

n – частота вращения планшайбы.

$$N = \frac{324 \times 3,14 \times 2,5}{30 \times 0,65} = 0,13 \text{ кВт}$$

2.4. Расчет приспособления для вращения изделия

2.4.1. Подбор поперечного сечения вала

Для сварочных и наплавочных работ при изготовлении крыльчатки применяется приспособление для установки и позиционирования изделия в удобное положения при работе (рисунок 2.3). Приспособление состоит из двух валов поз.1,2, соединенных между собой диском крепления поз.3 с усиливающими косынками поз.6 для обеспечения жесткости. Само приспособление, в свою очередь, устанавливается на кантователь при помощи фланцев поз.4,5.

Так как вес изделия значительный, необходимо подобрать размер поперечного сечения вала.

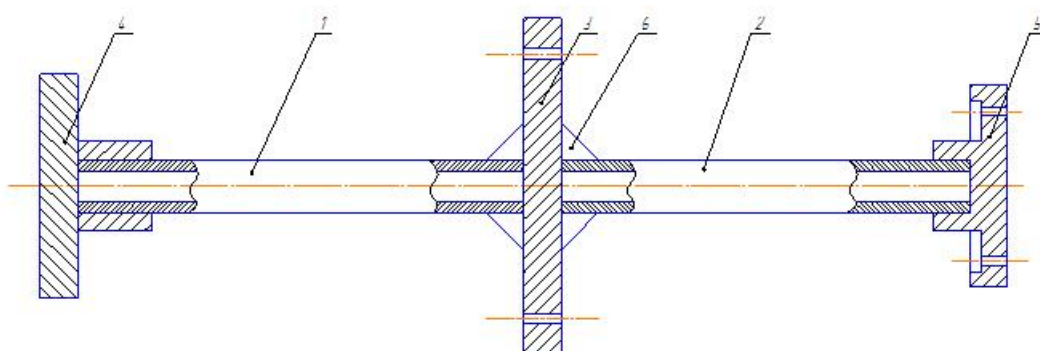


Рисунок 2.3 – Приспособление для крепления крыльчатки

Составим расчетную схему и построим эпюру изгибающих моментов (рисунок 2.4).

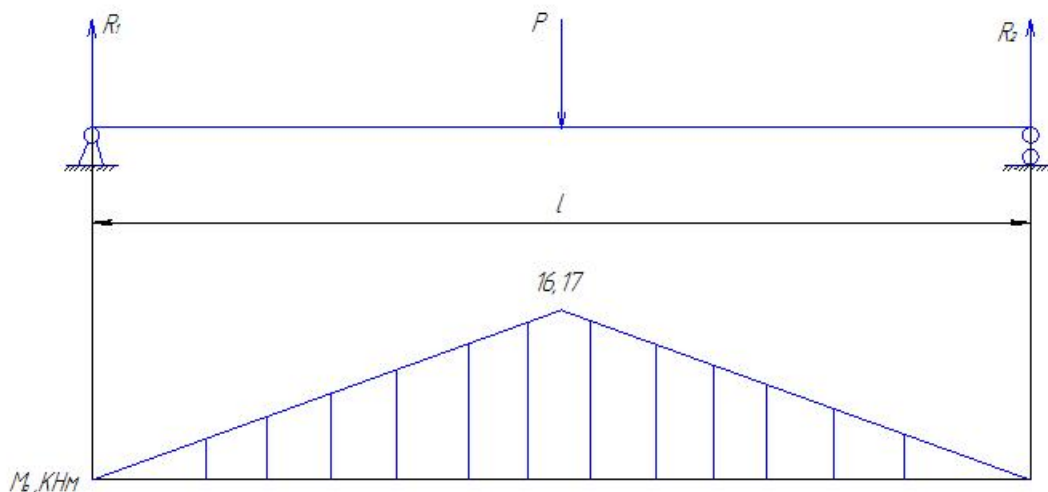


Рисунок 2.4 - Расчетная схема и эпюра грузового момента вала

Запишем условие прочности:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} \leq [\sigma] \quad (2.6)$$

где M_{\max} – максимальный изгибающий момент, возникающий от силы P ;

W – момент сопротивления поперечного сечения;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{k_3} \quad (2.7)$$

где k_3 – коэффициент запаса прочности (1,4 – 1,6)

Принимаем $k_3 = 1,5$

σ_T – предел текучести, материала из которого изготовлена балка.

Для данного материала $\sigma_T = 240$ МПа.

$$[\sigma] = \frac{240}{1,5} = 160 \text{ МПа}$$

Максимальный изгибающий момент был рассчитан ранее и составляет 16170 Нм

Вид эпюры изгибающих моментов показан на рисунке 2.4.

Из условия прочности определим необходимый момент сопротивления поперечного сечения:

$$W = \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{16,17 \times 10^3}{160 \times 10^6} = 101,06 \text{ см}^3$$

Поперечное сечение для вала принимаем трубу с предварительным соотношением диаметров $\frac{d}{D} = 0,8$.

Осей момент инерции кольцевого сечения:

$$W = \frac{\pi \times D^3}{32} \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right]; \quad (2.8)$$

Из формулы (2.8) выразим диаметр трубы:

$$D = \sqrt[3]{\frac{32W}{\pi \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right]}};$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{32 \times 101,06}{3,14 \times (1 - 0,8^4)}} = 12 \text{ см}$$

2.4.2. Проверка вала на жесткость

Для обеспечения жесткости конструкции, необходимо чтобы выполнялось следующее условие:

$$y_{\max} \leq [y] \quad (2.9)$$

где y_{\max} – максимальный прогиб, который будет возникать в данной конструкции;

$[y]$ – допускаемый прогиб.

$$[y] = \frac{1}{400} l \quad (2.10)$$

где l – длина пролета, $l = 3000 \text{ мм}$.

Исходя из анализа расчетной схемы, очевидно, что максимальная величина прогиба будет возникать в месте приложения нагрузки.

$$[y] = \frac{3000}{400} = 7,5 \text{ мм}$$

Для определения величины прогиба приложим вместо внешней нагрузки единичную силу, построим единичную эпюру изгибающего момента (рисунок 2.5) и перемножим ее с грузовой эпюрой по способу Верещагина.

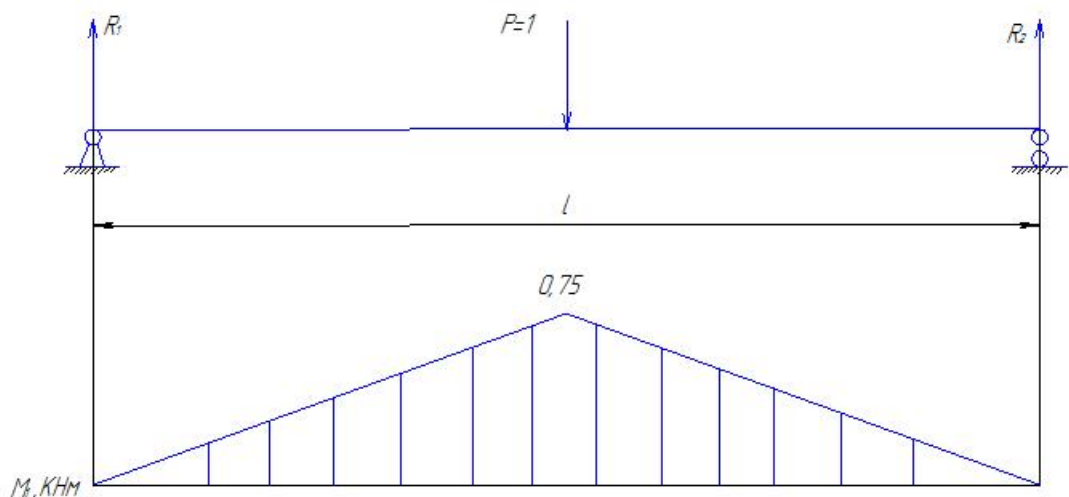


Рисунок 2.5 - Единичная эпюра моментов

$$y = \frac{1}{EI} \times \frac{1}{2} \times l \times 16,17 \times \frac{2}{3} \times 0,75$$

$$y = \frac{12,13}{EI}$$

где E – модуль упругости материала; $E = 2 \times 10^5 \text{ МПа}$

I – момент инерции поперечного сечения, см^4 .

$$I = \frac{\pi \times D^4}{64} \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right]; \quad (2.11)$$

$$I = \frac{3,14 \times 12^4}{64} (1 - 0,8^4) = 600,65 \text{ см}^4$$

Определим величину максимального прогиба:

$$y_{\text{MAX}} = \frac{12,13 \times 10^3}{2 \times 10^{11} \times 600,65 \times 10^{-8}} = 10 \text{ мм}$$

Условие жесткости не выполняется, Необходимо увеличить размер поперечного сечения. Окончательно примем кольцевое сечение с внешним диаметром 140мм, которое будет удовлетворять как условию прочности, так и условию жесткости.

2.4.3. Расчет крепежных фланцев

Фланцы, которыми вал крепится к кантователю, работают на срез. Поэтому проверочный расчет будем вести из условия прочности на срез:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{Q}{F} \leq [\tau]; \quad (2.12)$$

где Q – перерезывающая сила, кН.

F – площадь поперечного сечения фланца, м^2 .

$[\tau]$ - допускаемое касательное напряжение, МПа.

$$[\tau] = 0,6 \cdot [\sigma]; \quad (2.13)$$

$$[\tau] = 0,6 \cdot 160 = 96 \text{ МПа}$$

Перерезывающая сила равна половине веса изделия с приспособлением $Q = 8,9 \text{ кН}$.

Фланец имеет кольцевое поперечное сечение с внутренним диаметром 140 мм. Наружный диаметр принимаем 175 мм. Тогда площадь поперечного сечения определится следующим образом:

$$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2); \quad (2.14)$$

$$F = \frac{3,14}{4} (0,175^2 - 0,14^2) = 0,87 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$$

$$\tau_{\text{фп}} = \frac{8,9 \cdot 10^3}{0,87 \cdot 10^{-2}} = 10,3 \text{ МПа} < 96 \text{ МПа}.$$

Условие прочности на срез выполняется.

2.4.4. Определение количества крепежных болтов

Средняя часть крыльчатки крепится к установочному устройству вала при помощи болтов (рисунок 2.6).

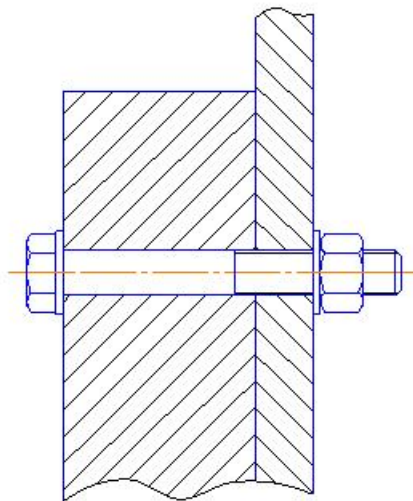


Рисунок 2.6 – Узел крепления

Так как диаметр отверстий составляет 27мм., принимаем болты М24.
Определим их количество.

$$n = \frac{Q_{MAX}}{F \times [\tau]} \quad (2.15)$$

где F – площадь болта;

Q – вес изделия без приспособления, Н;

$$Q = Mg; \quad (2.16)$$

где $M = 2200$ кг, масса крыльчатки;

$g = 9,8$ м/с², ускорение свободного падения;

$[\tau]$ – допускаемое напряжение при срезе, МПа; $[\tau] = 96$ МПа.

$$Q = 2200 \times 9,8 = 21560 \text{ Н}$$

$$F = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

$$F = \frac{3,14 \times 0,024^2}{4} = 4,5 \times 10^{-4} \text{ м}^2.$$

$$n = \frac{19463}{4,5 \times 10^{-4} \times 96 \times 10^6} = 0,45;$$

Из конструктивных соображений принимаем количество болтов $n = 4$ и располагаем их симметрично по окружности изделия.

2.4.5. Расчет крепления приспособления к кантователю

Приспособление для вращения изделия крепится к кантователю с помощью фланцев посредством болтов (рисунок 2.7). Данные болты работают на отрыв. Резьбовое соединение необходимо проверить на износ, так как имеет место относительное скольжение поверхностей резьбы болта и гайки. В качестве предельного параметра при расчете принимаем допускаемое напряжение на смятие $[\sigma]_{см}$.

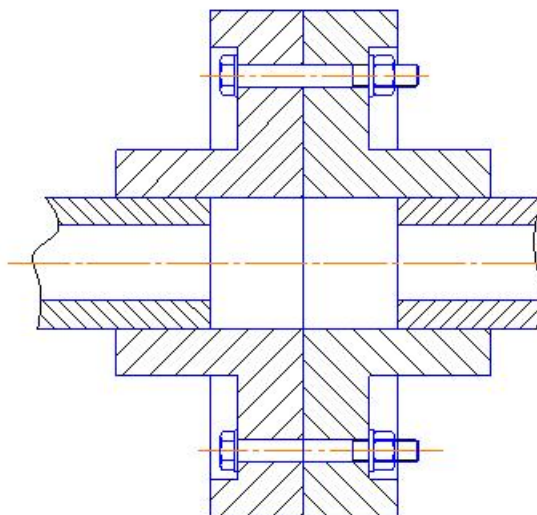


Рисунок 2.7 – Крепление фланцев

$$\sigma_{см} = \frac{P_{сзм}}{z \times \pi \times d_2 \times h} \leq [\sigma]_{см} \quad (2.17)$$

где z – число рабочих витков резьбы, $z = 6,35$;

h – рабочая высота профиля, мм; $h = 1,6$.

$$[\sigma]_{см} \approx 0,5[\sigma]_p = 33,33$$

Из конструктивных соображений выбираем болты М24.

Определим силу затяжки по энергетической теории прочности, через эквивалентное напряжение:

$$\sigma_{экв} = \sqrt{\sigma_p^2 + \tau_k^2} \leq [\sigma]_p \quad (2.18)$$

где σ_p – напряжение растяжения в поперечном сечении, Н/мм²;

τ_k – наибольшее напряжение кручения в поперечном сечении нарезанной части болта, Н/мм²;

$[\sigma]_p$ – допускаемое напряжение, Н/мм².

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{[n]} \quad (2.19)$$

где σ_T – предел текучести материала болта, Н/мм²;

$[n]$ – требуемый коэффициент запаса.

При неконтролируемой затяжке для болтов из углеродистой стали М24 $[n] = 3$.

Используя таблицу стандартов принимаем $\sigma_T = 200$ Н/мм².

Тогда:

$$[\sigma]_p = \frac{200}{3} = 66,67$$

$$\sigma_p = \frac{P_{зам}}{F_1} \quad (2.20)$$

$$\tau_k = \frac{M_p}{W_1} \quad (2.21)$$

где $P_{зам}$ – сила затяжки болта, Н;

M_p – момент в резьбе, Н*мм.;

F_1 – площадь поперечного сечения по внутреннему диаметру резьбы, мм²;

W_1 – момент сопротивления сечения по внутреннему диаметру, мм³.

$$F_1 = \frac{\pi \times d_1^2}{4} \quad (2.22)$$

$$W_1 = \frac{\pi \times d_1^3}{16} \quad (2.23)$$

где d_1 – внутренний диаметр резьбы

Тогда:

$$F_1 = \frac{3,14 \times 22,9^2}{4} = 174,3$$

$$W_1 = \frac{3,14 \times 22,9^3}{16} = 649,2$$

$$M_p = P_{зам} \times \frac{d_2}{2} \times g(\phi + \varphi) \quad (2.24)$$

где d_2 – наружный диаметр резьбы, мм;

ϕ – угол подъема резьбы;

φ – приведенный угол трения.

$$\phi = 9,5^\circ, \quad \varphi = 3,24^\circ$$

Тогда:

$$M_p = P_{зат} \times \frac{24}{2} \times \text{tg}(9,5 + 3,24) = 1,8P_{зат}$$

Подставив все значения в формулу (2.18), выразим и посчитаем усилие затяжки:

$$P_{зат} = 1100$$

Тогда:

$$\sigma_{см} = \frac{1100}{6,35 \times 3,14 \times 24 \times 1,6} = 1,5 < [\sigma]_{см}$$

Проверка на срез:

$$\tau = \frac{P_{зат}}{\pi \times d_1 \times H \times k_n} \leq [\tau]_{ср} \quad (2.25)$$

где H – высота гайки, мм; $H = 5$.

k_n – коэффициент полноты резьбы, $k_n = 0,87$

$[\tau]_{ср}$ – допускаемое напряжение на срез.

$$[\tau]_{ср} = (0,15 \div 0,2)\sigma_T$$

Принимаем $[\tau]_{ср} = 40$

Тогда:

$$\tau = \frac{1100}{3,14 \times 22,9 \times 5 \times 0,87} = 3,7 \leq [\tau]_{ср}$$

2.5. Расчет пневмоприжимов

Для крепления лопаток при сборке центральной части крыльчатки используются клиновые пневмоприжимы (рисунок 2.8).

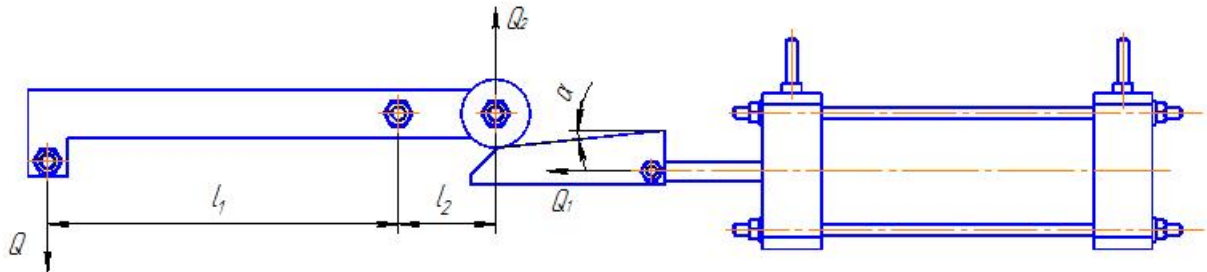


Рисунок 2.8 – Расчетная схема пневмоприжима

Основными размерами пневматических цилиндров являются внутренний диаметр цилиндра D .

Внутренний диаметр цилиндра определяется в зависимости от необходимого усилия по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4Q_1}{\pi q \eta}} \quad (2.26)$$

где q – давление воздуха, Па;

η - КПД пневматического цилиндра;

Q_1 – усилие на штоке, Н;

d – диаметр штока, м;

$q = 0,4 \text{ МПа}$, $\eta = 0,85$,

Необходимо определить усилие на штоке пневмоцилиндра:

$$Q_1 = Q_2 (\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg} \varphi) \quad (2.27)$$

где $\alpha = 5^\circ$ – угол скоса клина,

Q_2 – усилие на клин, кгс.

φ - угол трения. $\varphi = 6 \div 9^\circ$.

Принимаем $\varphi = 7^\circ$.

Усилие на клин определится по формуле:

$$Q_2 = \frac{Q \cdot l_1}{l_2} \quad (2.28)$$

где Q – усилие прижатия лопатки, Н.

l_1, l_2 - плечи коромысла, м.

$$l_1 = 0,18 \text{ м}, \quad l_2 = 0,05 \text{ м}$$

Усилие прижатия лопатки определится следующим образом:

$$Q = \frac{Mg}{f} \quad (2.29)$$

где M – масса лопатки, кг. $M = 14,4$;

g – ускорение свободного падения, м/с^2 , $g = 9,8$

f - коэффициент трения скольжения, $f = 0,15$

$$Q = \frac{14,4 \cdot 9,8}{0,15} = 941 \text{ Н}$$

Определим усилие на клин:

$$Q_2 = \frac{941 \cdot 0,18}{0,05} = 3388 \text{ Н}$$

Определяем усилие на штоке:

$$Q_1 = 3388 \cdot (\text{tg}(5 + 7) + \text{tg}7) = 1137 \text{ Н}$$

Определяем диаметр пневмоцилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 137}{3,14 \times 0,4 \times 10^6 \times 0,85}} = 0,059 \text{ м.}$$

Принимаем диаметр пневмоцилиндра $D = 60 \text{ мм}$.

Толщину стенки силового цилиндра δ_c , см определяем из расчета на разрыв по образующей по формуле:

$$\delta_c \geq \frac{Dq}{2\sigma} \quad (2.30)$$

где $[\sigma]$ – допускаемое напряжение, Па.

$$\delta_c \geq \frac{0,06 \times 0,4}{2 \times 160} = 0,00075 \text{ м}$$

Ввиду того, что изготовить цилиндр с толщиной стенки 0,75 мм очень сложно, из конструктивных соображений, согласно ГОСТ 15608-70, принимаем $\delta_c = 5 \text{ мм}$.

3 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

Введение

Проблема обеспечения безопасности человека в среде обитания была всегда актуальной. Особенно она обострилась в период научно-технического прогресса, когда человек стал иметь дело с большими энергетическими мощностями, сложными техническими комплексами и системами.

Обеспечением безопасности человека в среде обитания, являются охрана труда и техника безопасности при выполнении разных технологических процессов.

Несомненно, обеспечение безопасных условий труда, особенно способствует уменьшению числа пострадавших на своих рабочих местах, и также уменьшает количество жертв экологически вредного влияния промышленных предприятий.

Охрана труда также связана с общей задачей охраны окружающей среды, так как очистка и обезвреживание сточных вод и выбросов в атмосферу, защита от электромагнитных полей и ионизирующих излучений служат не только целями охраны труда, но и одновременно способствуют сохранению среды обитания человека.

3.1 Общая характеристика проектируемого объекта с точки зрения безопасных условий труда

На участке сборки и сварки крыльчатки дымососа выполняются следующие технологические операции:

- заготовительные (резка, вальцовка);
- наплавка рабочих поверхностей;
- сборка узлов и изделия в целом;
- сварка узлов и самого изделия в приспособлениях;
- зачистка швов;
- контрольные операции;
- транспортные операции;

Для выполнения вышеуказанных операций на участке применяется полуавтоматическая сварка в углекислом газе, манипулятор, кран-балка, специальный инструмент, специальная одежда.

3.2 Объемно-планировочное решение проектируемого участка

Проектируемый участок располагается в одноэтажном здании.

Минимальная площадь на каждого рабочего – не менее $4,5 \text{ м}^2$, а объем – 15 м^3 .

Расстояние между оборудованием $1,5 - 2 \text{ м}$, в зависимости от его расположения.

Параметры участка:

Длина участка $A = 48 \text{ м}$;

Ширина участка $B = 24 \text{ м}$.

Высота до потолка $H = 15 \text{ м}$;

Площадь участка $S = 1152 \text{ м}^2$;

Объем участка $V = 17280 \text{ м}^3$;

Эти данные соответствуют санитарным нормам СП 2.2.1.1312-03.

Площадь рабочего места, исключая площадь, занимаемую оборудованием и проходами составляет не менее 10 м^2 , а свободная высота помещения от уровня пола – не менее $3,2 \text{ м}$

Ширину проездов назначаем в зависимости от вида и габаритов транспортных средств и транспортных грузов. Ширина проходов между отдельными видами оборудования $1,0 \text{ м}$ ширина проходов между оборудованием, движущимся механизмами и деталями при их постоянном обслуживании – $1,5 \text{ м}$.

3.3 Производственная санитария

3.3.1 Микроклимат производственных помещений

В соответствии с требованиями СанПиН 2.2.4.548-96 на участке производятся работы относящиеся к физическим работам средней тяжести (категория Па), - работы средней тяжести охватывают виды деятельности, при которых расход энергии составляет 201 до 250 кКал\час. Это работы связанные с перемещением грузов до 10 кг, рабочими по территории участка при выполнении технологических операций сборки и сварки, кантовки и складирования изделий.

Нормируемые параметры микроклимата обеспечиваются: приточно-вытяжной вентиляцией, которая составляет 2000 м³/ч и водяным отоплением. Возможно использование естественной вентиляции.

Данные сведем в таблицу 3.1.

Таблица 3.1–Микроклимат производственного помещения

Сезон года	Категория работ	Температура, °С			Влажность, %		Скорость воздуха, м/с	
		воздуха		Поверхностей				
		Оптим.	Доп.		Оптим.	Доп.	Оптим.	Доп.
Холодный	Ср. тяж	19-21	17-23	19-20	60-40	75	0,3	≤0,4
Теплый	Па	20-22	18-27	18-22	60-40	70	0,3	0,2-0,5

Индекс тепловой нагрузки среды (ТНС-индекса) по СанПиН 2.2.4.548-96 для категории работ Па равен 20,5-25,1 °С.

3.3.2 Освещение рабочих мест

При выполнении технологических операций сборки-сварки изделия наименьший размер объекта различения – сварной шов длиной 60 мм с катетом 8 мм, с необходимым зазором в сварном стыке 1мм. В зависимости

от этого, в соответствии с требованиями СНиП 23-05-95 определяем разряд зрительной работы - малой точности – Vб. Такому разряду соответствует норма освещенности местом – 200 ЛК.

Определение типа, количества и расположения светильников.

1. Определим необходимый световой поток для всего помещения:

$$F = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{\eta} \quad (3.1)$$

где F – необходимый световой поток для всего помещения, лм;

E_H – нормированное значение освещенности, лк;

K_3 – коэффициент запаса;

Z – коэффициент, учитывающий неравномерность освещения поверхности;

η – коэффициент использования светового потока.

Нормированное значение освещенности принимаем $E_H=200$ лк

Значение коэффициента запаса принимаем $K_3=1,5$

Значение коэффициента использования светового потока принимаем $\eta=0,5$ согласно индексу помещения.

Значение коэффициента, учитывающего неравномерность освещения поверхности, принимаем в пределах $Z=1,15 \div 1,3$.

$$F = \frac{200 \cdot 1152 \cdot 1,5 \cdot 1,2}{0,5} = 829440. \text{ лм}$$

2. Расчет высоты подвеса светильников:

$$H_c = H - h_c - h_p \quad (3.2)$$

где H_c – высота подвеса светильников, м;

H – высота помещения, м;

h_c – расстояние от потолка до нижнего края светильника, м;

h_p – высота рабочей поверхности, м.

$$H_c = 15 - 1,0 - 1,5 = 12,5 \text{ м.}$$

3. Расчет необходимого количества светильников:

$$N = \frac{F}{F_n} \quad (3.3)$$

где N – необходимое количество светильников, шт.

F_n – световой поток одной лампы, лм;

Так как общая освещенность меньше 400 лк подбираем тип светильников универсальные, тип лампы НГ-750 со световым потоком F_n - 13100лм

$$N = \frac{829440}{13100} = 63 \text{ шт.}$$

Принимаем общее количество светильников 60 шт. 4 ряда по 15 шт. в ряду. Симметричное размещение обеспечивает одинаковое освещение рабочих мест и оборудования.

Полученные данные сведем в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Параметры освещенности

Наименование помещения	Характер зрительной работы и ее разряд	Размер объекта различения, мм	Нормируемое значение КЕО, %		Нормируемая освещенность при искусств. освещении, лк		Тип светильника, марка, мощность, световой поток
			Комб. осв.	Бок. осв.	Комб. осв.	Вт. ч. общее	
1	2	3	4	5	6	7	8
Участок для сварки крыльчатки дымососа	Малая точность V6	1	3,0	1,0	200	200	Универсальный, НГ, 750Вт, 13100лм

3.3.3 Хозяйственно-питьевое водоснабжение

На участке работает десять человек в одну смену. Цех отапливаемый, на участок предусмотрено два крана умывальника, значит потребление воды:

для питья: $Q_1=10 \cdot 5=50$ л/смену;

для хозяйственных целей: $Q_2=10 \cdot 25=250$ л/смену.

Общее потребление воды за смену составит $Q_{\text{общ}}=50+250=300$ л/смену.

Таблица 3.3-Параметры водоснабжения

Участок	Количество рабочих, чел.	Потребность в воде		
		для питья, л.	для хоз. целей, л.	всего
Сборочно-сварочный	10	50	250	300

3.3.4 Выделение вредных веществ

На данном участке производится механизированная сварка в CO_2 , которая выделяет вредные примеси при сварке.

Таблица 3.4 – Токсикологическая характеристика веществ

Наименование веществ, гр вещества на 1 кг материалов	Агрегатное состояние	Характер воздействия на организм человека	ПДК, мг/м ³	Класс опасности по ГОСТ 12.1.005
1	2	3	4	5
Mn 0,14-0,8 Cr 0,02-1,0 SiO ₂ 1,9 CO 2-14 NO ₂ 0,8	Сварочный аэрозоль	Отравления, ожоги, изменения цветового зрения, бронхит	4	4

С целью защиты воздуха от наличия вредных примесей применяется местная вытяжка – вентиляция. Устройство этой вентиляции делается в виде местного отсоса.

Количество воздуха, которое нужно удалить с помощью местного отсоса рассчитывается по формуле:

$$L = 3600 \times F_0 \times V_{возд}, \quad (3.4)$$

где F_0 - площадь отверстий и неплотностей укрытия – 0,75 м²;

$V_{возд}$ - скорость воздуха, м/с.

$$V_{возд} = \left[\frac{2,0}{2,5} \right] \times V_{вит}, \quad (3.5)$$

где $V_{вит}$ - скорость витания частиц, м/с.

$$V_{вит} = 4,65 \sqrt{d_4 \frac{\rho_4 - \rho_B}{\rho_B}}, \quad (3.6)$$

где d_4 - диаметр частиц твердой фазы - 0,008 мм;

ρ_4 - плотность частиц – $4,5 \times 10^{-3}$ кг/м³;

ρ_B - плотность воздуха – 1,3 кг/м³.

$$V_{\text{вент}} = 4,65 \sqrt{8 \times 10^{-6} \frac{(4,5 \times 10^{-3}) - 1,3}{1,3}} = 0,77 \text{ м/с}$$

$$V_{\text{возд}} = 2,25 \times 0,77 = 1,73 \text{ м/с};$$

$$L = 3600 \times 0,75 \times 1,73 = 4671 \text{ м}^3.$$

По расходу воздуха $L = 4671 \text{ м}^3$ и напору $H = 100,0$ Па выбираем вентилятор Ц 4-70 №6 с частотой вращения вала двигателя $n = 7,958$ об/с.

Определим мощность двигателя, необходимую для рассчитанного расхода воздуха:

$$N_{\text{дв}} = (L \times N) / (3600 \times 102 \times \eta_{\text{вент}} \times \eta_n), \quad (3.7)$$

где L - количество забираемого воздуха, м³;

N - сопротивление воздуха, кПа;

$\eta_{\text{вент}}$ - коэффициент полученного действия вентилятора, ($\eta_{\text{вент}} = 0,7$);

η_n - коэффициент полученного действия передачи, принимаемый при размещении вентилятора на одном валу с двигателем, ($\eta_n = 1$).

$$N_{\text{дв}} = (4671 \times 100) / (3600 \times 102 \times 0,7 \times 1) = 1,85 \text{ кВт.}$$

Производительность вентилятора определим по формуле:

$$L_{\text{вент}} = K_n * L,$$

где k_n – коэффициент потерь равный 1,1

$$L_{\text{вент}} = 1,1 * 4167 = 5094 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

По полученной мощности 1,85 кВт выбираем двигатель 90L2/1425, номинальная мощность 2,2 кВт.

Таблица 3.5 - Технические характеристики вентилятора

Марка вентилятора	Номер вентилятора	Максимальное давление, кг/м ²	Производительность вентилятора, м ³ /ч	Максимальное количество оборотов, об/мин	Максимальный КПД
Ц 4-70	6	100	1500-10000	1300	0,8

3.3.5 Шум

Уровень шума, создаваемый единицей оборудования не превышает 60 дБ. Допустимый уровень шума по ГОСТ 12.1.003-83 /4/ равен 80 дБ.

Таблица 3.6 - допустимые уровни звукового давления по ГОСТ 12.1.003-83

Вид трудовой деятельности	Уровни звукового давления, дБ, в составных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, ДБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Сборка и сварка крыльчатки	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

В целях борьбы с шумом и вибрацией:

- Приобретено и используется оборудование и инструмент, соответствующий требованиям ГОСТа по шуму и вибрации;

- Вентиляционные устройства и установки смонтированы на виброизолирующих основаниях с вынесением вентиляторов в отдельные изолированные от звука помещения.

- Используются противошумные наушники, беруши.

3.4 Анализ и устранение потенциальных опасностей и вредностей технологического процесса

Возможные опасности на участке: поражение электрическим током, травмирование движущимися частями оборудования, перевозимые крупногабаритные предметы и изделия, движущиеся транспортные средства, выделение вредных веществ от сварки, возможность взрыва баллонов с газом, поражение различными видами излучений.

Таблица 3.7 – Потенциальные опасности и вредности.

Технологическая операция	Опасности и вредности	Средства защиты
Прихватка, сварка изделий	Поражение электрическим током	Диэлектрические коврики, спецодежда
Прихватка, сварка изделий, газовая резка.	Тепловое излучение	Спецодежда
	Световое излучение	Щиток сварщика, очки газорезчика, защитные экраны
	Термические ожоги Вероятность пожара	Спецодежда Огнетушители, ящик с песком, пожарный кран
Перемещение грузов	Вероятность травмирования	Каска, спецодежда

3.4.1 Опасность поражения электрическим током

Согласно действующим правилам устройства электроустановок корпуса электрооборудования с напряжением 380 В заземляют в обязательном порядке.

Сварочные, наплавочные работы производят на участке сварки, наплавки. Согласно ГОСТ 12.1.019-79(1996) ССБТ, данный участок относится к опасным помещениям - класс II. Классификация помещений по степени опасности поражения электрическим током определяется в соответствии с Правилами устройства электроустановок. Напряжение питающей сети составляет 380 В, поэтому необходимо наличие надежной изоляции всех проводов, связанных с питанием источника тока и сварочной дуги, а так же защитное отключение электроустановок. В местах возможного поражения электрическим током приведены соответствующие таблицы и надписи.

В качестве мер защиты используется метод защитного заземления, заключающийся в преднамеренном электрическом соединении частей оборудования, не находящихся под напряжением в нормальных условиях работы, с заземляющим устройством, в том случае если эти части могут оказаться под напряжением в аварийных ситуациях.

3.4.2 Опасность травмирования движущимися частями машин и механизмов

Незащищенные подвижные части машин и механизмов, движущиеся заготовки и материалы повышают вероятность травмирования персонала ГОСТ 12.0.003 . Узлы перемещаются с помощью крана и кран-балки, главной опасностью в этом случае является падение узлов в результате неисправности крана или обрыва строп.

В соответствии с нормами рабочие находятся на расстоянии не менее 4-5 м от изделия.

Так как изделие крупногабаритное при подъеме требуется удерживать его от вращения для предотвращения перекручивания строп. Это осуществляют два стропальщика с помощью канатов.

При передвижении по участку необходимо внимательно слушать сигналы начала движения крана и переходить в зоны безопасности – специально обозначенные пешеходные дорожки.

При нахождении в помещении цеха все без исключения должны носить каски.

3.4.3 Опасность термического ожога

При проведении газорезательных и сварочных работ возникает опасность получения рабочими ожогов в результате действия открытого пламени (газовая резка) и расплавленного металла (сварка). Так же при этих процессах выделяется яркое излучение, что особенно вредно для глаз, которое вызывает ожоги на незащищенных частях тела рабочих. Для защиты от теплового излучения применяется спецодежда, а также защитные очки (при газовой резке) и защитные щитки (при сварке).

Технологические процессы в горячих цехах сопровождаются выделением больших количеств тепла. Раскаленным металлом, шлаком и оборудованием создаются потоки тепловых излучений, которые приводят к нарушению теплового баланса организма. Ультрафиолетовые и инфракрасные лучи могут привести к тяжелым последствиям. Световые лучи, даже при небольшом облучении вызывают временное ослепление и воспаление слизистой оболочки глаз.

Средства индивидуальной защиты применяются в целях исключения или снижения воздействия лучистой энергии, брызг раскаленного металла.

Ими служат:

- брезентовый сварочный костюм (ТУ-17-08-69-77);
- брезентовые рукавицы (ГОСТ 12.4.010-75);
- маска или очки для защиты глаз и кожи лица (ГОСТ 12.4.089-79)
- головной убор;
- кожаная обувь (брюки должны быть одеты на выпуск)

ГОСТ 10998-74, ГОСТ 12.4.017-75.

3.5 Анализ и мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций

3.5.1 Предупреждение аварий технологического оборудования

Все части источника питания и шкафов управления, находящихся под напряжением, следует защищать от случайного прикосновения человеком.

Эксплуатацию баллонов со сжатыми газами осуществлять в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

Для предотвращения физических взрывов на нагнетательной стороне компрессоров устанавливают предохранительные клапаны.

3.5.2 Обеспечение взрывопожарной безопасности

Категорию производства обосновываем по характеристике обращающихся в производстве веществ. В цехах сварочного производства, как правило, присутствуют: негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением тепла, искр и пламени. В соответствии с НПБ 105-03 и учетом СНиП 21-01-02 такое производство классифицируется как пожароопасное – категории Г.

В цехах с категорией производства Г I степени огнестойкости этажность не ограничивается, допускается – не применять внутренний противопожарный водопровод, время эвакуации не ограничивается.

Основными причинами пожара на участке сборки и сварки крыльчатки дымососа могут являться: нарушение технологического процесса, неисправность электрооборудования (короткое замыкание, перегрузки); самовозгорание промасленной ветоши, искры при сварочных работах.

В качестве средств пожаротушения используются порошковые огнетушители с составом ПСБ-3, в количестве 3 штук, также на участке

имеется лом, багор, ведро, комплект для резки электрических проводов, асбестовое полотно, лопата, лопата совковая, рукав пожарный, защитный экран 1,4×2 м, стойка для экранов, бак с песком.

3.5.3 Обеспечение устойчивости объекта

На стадии проектирования генерального плана предприятия в соответствии со строительными нормами и правилами разрыва между производственными зданиями и сооружениями, в зависимости от их огнестойкости, составляют 9-18 м. Склады горючих газов, легковоспламеняющихся жидкостей проектируют в подземных или полузаглубленных сооружениях на расстоянии 100 м от производственных объектов. Взрывоопасные объекты располагают с подветренной стороны по отношению к помещениям категории «Г» и «Д». На территории предприятия предусматривают убежища для персонала от средств массового поражения.

Наружные сети противопожарного водоснабжения закольцовывают и прокладывают не ближе 5 м от стен здания (за пределами зоны возможного обрушения конструкций здания) и не далее 2 м от дорог (проездов). В этой зоне запрещается парковка автомобилей.

Тупиковые линии водоснабжения допускаются длиной не более 50 м. Диаметр трубопроводов для таких линий принимают не менее 100 мм. Пожарные гидранты на водопроводной сети располагают на расстоянии не более 100 м друг от друга.

3.6 Экологичность проекта

Источником загрязнения воздуха является выделение вредных веществ при сварке в углекислом газе.

Рассчитаем выделение вредных веществ:

$$G = q \cdot D \quad (3.8)$$

где D – расход материалов, $D = 2,1$ кг/час.

q – удельное выделение вредных веществ, г/кг;

Окислы марганца:

$$G = 0,5 \cdot 2,1 = 1,05 \text{ г/час.}$$

Инженерные решения по очистке воздуха.

Концентрация вредных веществ в приземном слое населенных пунктов:

$$C_{\text{MAX}} = \frac{0,576 \cdot q}{\omega \cdot H_{\text{з.д.}}} = \frac{0,576 \cdot q}{1 \cdot 0,2} = 0,056q \quad (3.9)$$

Окислы марганца:

$$C_{\text{MAX}} = 0,056 \cdot 0,5 = 0,028 \text{ мг/м}^3.$$

$$C_{\text{MAX}} = 0,028 > 0,01 \text{ мг/м}^3$$

Требуется очистка.

Для очистки воздуха от аэрозолей проектируем циклон. Условная скорость движения воздуха в циклоне:

$$\omega_{\text{УСЛ}} = \sqrt{\frac{60 \cdot 2 \cdot q}{\xi}} \quad (3.10)$$

$$\omega_{\text{УСЛ}} = \sqrt{\frac{60 \cdot 2 \cdot 4,5}{105}} = 3,35 \text{ м/с.}$$

Диаметр циклона:

$$D = \sqrt{\frac{Q_r}{900\pi \times \omega_{\text{усл}}}} = 0,36 \text{ м}^2$$

Принимаем к установке 1 циклон диаметром 400 мм. По номограмме расчета ЦН находим для наших условий $\eta_{\text{общ}}=80\%$

Количество аэрозоля окисла марганца в воздухе после очистки:

$$q_{\text{оч.ц}} = \frac{q \cdot (100 - \eta_{\text{общ}})}{100} \quad (3.11)$$

$$q_{\text{оч.ц}} = 0,9 \text{ г/час}$$

Проверяем эффективность очистки:

$$C_{\text{max}} = 0,056 \times 0,9 = 0,0504 \text{ мг/м}^3.$$

$$C_{\text{max}} = 0,0504 < 0,15 \text{ мг/м}^3.$$

Вывод: обеспечивается необходимая степень очистки, вторая ступень очистки не требуется.

Вывод по работе:

В результате того что все вопросы, касающиеся безопасности и экологичности выполняемых работ решены, дипломный проект по теме «Разработка технологии сборки и сварки крыльчатки дымососа» соответствует современным требованиям безопасности и экологичности производства.

4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1 Выбор экономически эффективного варианта сварки

При сравнении нескольких видов сварки, необходимо анализировать экономический эффект при применении данного вида сварки. И установить недостатки и преимущества. В ходе сравнения нужно:

- 1). Определить затраты общественного труда при применении различных видов сварки;
- 2). Определить величину средств и производственных ресурсов, связанных с введением новых видов сварки;
- 3). Выбрать наиболее эффективный вид сварки на основе расчёта экономической эффективности;
- 4). Рассчитать годовой экономический эффект при внедрении эффективного вида сварки.

Экономический эффект - это применение более капиталоемкой технологии, при которой обеспечивается наименьшая себестоимость изделия. (в данном случае мы говорим об эффективной технологии сварки).

Конструктивно-технологический подход к созданию производств сварных конструкций, как правило, обеспечивает увеличение производительности труда в 1,5-4,5 раза, сокращает производственные площади в 1,2-1,5 раза, снижает сроки окупаемости капитальных вложений на 2-4 года.

Капитальные вложения – это сумма средств, которые необходимо вложить для применения данного технологического проекта. Капитальные вложения в основные средства – это стоимость сварочного оборудования, производственных зданий, которые требуются для освоения технологического проекта. Производят капитальные вложения после принятия технологического проекта, так называемые единовременные затраты. Текущие затраты – это затраты на изготовление продукции по данному технологическому проекту.

Наилучший способ сварки считается тот, который при минимальных затратах наиболее эффективен. При сравнении нескольких видов

сварки,выбираем наилучший способ и рассчитываем годовой экономический эффект при внедрении в производство.

$$C_{эф.} = [(C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2)] N \quad (4.1)$$

где: C_1 – себестоимость единицы продукции базового варианта;

E_n – нормативный коэффициент эффективности вариант сварки;

K_1 – удельные капитальные вложения по базовому варианту;

C_2 – себестоимость нового варианта;

K_2 – удельные капитальные вложения нового варианта;

N – годовая программа выпуска изделий.

При базовом способе сварки принята ручная дуговая сварка покрытыми электродами при изготовлении крыльчатки дымососа.

В нашем случае применяем механизированную сварку в среде CO_2 . Применение этого способа сварки даст снижение трудоёмкости, количество рабочих мест, технологической себестоимости: в результате необходимости замены базового варианта на проектируемый.

Исходя из веса изделия и готовой программы выпуска (1000 шт.), по табличным данным определяем, тип производства крыльчатки – серийный.

4.2. Расчет нормы времени

Расчет нормы времени зависит от типа производства. При серийном производстве рассчитываем штучное время $t_{шт}$:

$$t_{шт} = t_o + t_{вн} + t_{обс} + t_{отд} \quad (4.2)$$

где t_o – основное время сварки изделия (образование сварного шва), мин;

$t_{вн}$ – вспомогательное неперекрываемое время, мин;

$t_{обс}$ – время, затрачиваемое рабочим на уход за рабочим местом, $t_{обс}$ в размере 10 % от $t_{опер}$, МИН;

$t_{отд}$ – время на отдых, $t_{отд}$ в размере 7 % от $t_{опер}$, МИН;

Расчет нормы времени

$$t_0 = \frac{l_{шв}}{V_{св}} \quad (4.3)$$

где $l_{шв}$ – длина шва, м

$V_{св}$ – скорость сварки, м/ч

Базовая технология	Проектируемая технология
По заводским данным принимаем на сборку-сварку крыльчатки $t_{шт} = 15,7 \text{ н*часов}$	2550*4 = 10,2 метров сварных швов ведется механизированной сваркой в среде CO ₂ ; $t_0 = 10,2 / 18 = 0,57 \text{ нч}$ $t_{вн} = 8 \text{ ч.}$ $t_{опер} = t_0 + t_{вн} = 8,57 \text{ ч.}$ $t_{обс} = 8,57 * 0,1 = 0,86 \text{ ч.}$ $t_{отд} = 8,57 * 0,07 = 0,6 \text{ ч.}$ $t_{шт} = 8,57 + 0,86 + 0,6 = 10,03 \text{ Н*ч}$

4.3 Расчет действительного фонда времени работы оборудования и рабочих

Расчет действительного фонда времени работы оборудования производится по формуле

$$F_{\delta}^0 = F_{НОМ}^0 \times k_{ППР} \quad (4.4)$$

где F_{δ}^0 - действительный фонд времени работы оборудования, ч/год.

$F_{НОМ}^0$ - номинальный годовой фонд времени работы оборудования, ч/год.

k – коэффициент учитывающий время по плану на капитальный и средний ремонт, текущее планово-предупредительное обслуживание,

$k = 0,97$;

Номинальный годовой фонд работы оборудования определяется по формуле:

$$F_{НОМ}^0 = \frac{D_2 \times Ч_Н}{D_Н}, \quad (4.5)$$

где D_2 – число дней работы в году, $D_2 = 252$ дня;

$Ч_Н$ – число часов работы в неделю, $Ч_Н = 40$ ч;

$D_Н$ – число дней работы в неделю, $D_Н = 5$ дней;

$$F_{НОМ}^0 = \frac{252 \times 40}{5} = 2016$$

$$F_{\partial} = 2016 \times 0,97 = 1955$$

Действительный фонд времени рабочего рассчитывается по формуле:

$$F_{\partial}^P = F_{НОМ}^P \times k_0, \quad (4.6)$$

где F_{∂}^P - действительный фонд времени рабочего, ч/год;

$F_{НОМ}^P$ - номинальный фонд времени рабочего, ч/год;

k_0 – коэффициент, учитывающий время по плану на отпуска, болезни, выполнение общественных и государственных обязанностей, $k = 0,88$;

$$F_{НОМ}^P = \frac{D_2 \times Ч_Н}{D_Н}, \quad (4.7)$$

где $Ч_н$ – число часов работы в неделю рабочего, $Ч_н = 40$ ч.

$$F_{НОМ}^p = \frac{252 \cdot 40}{5} = 2016 \text{ ч.}$$

$$F_{\delta}^p = 2016 \cdot 0,88 = 1818 \text{ ч.}$$

4.4. Методика расчета потребности в оборудовании и количестве рабочих

Расчетное количество сварного оборудования, необходимого для выполнения планового задания C_p ,

$$C_p = \frac{t_{шт.к} \cdot N}{F_{\delta}^o \cdot k_v \cdot k_{пр}} \quad (4.8)$$

где N – годовая программа выпуска изделий, шт;

$t_{шт.к}$ – штучное время, ч;

F_{δ}^o – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч/год;

k_v – коэффициент выполнения норм выработки, ($k_v = 1,2$);

$k_{пр}$ – коэффициент простоя оборудования, ($k_{пр} = 0,8$).

Сборка-сварка крыльчатки:

Базовая технология	Проектируемая технология
$C_p = \frac{15,7 \cdot 1000}{2016 \cdot 1,2 \cdot 0,8} = 8,3 \text{ шт}$	$C_p = \frac{10,03 \cdot 1000}{2016 \cdot 1,2 \cdot 0,8} = 4,8 \text{ шт}$

Таким образом, для крыльчатки используется следующее оборудование:

Базовая технология	Проектируемая технология
9 единиц оборудования для ручной дуговой сварки;	5 единиц оборудования для механизированной дуговой сварки;

Итого в базовом варианте 9 единиц, а в проектируемом варианте 5 единиц оборудования.

Определяем коэффициент загрузки оборудования $\tau_{загр.}$, рассчитаем как отношение расчетного числа оборудования к принятому.

$$\tau_{загр.} = \frac{C_P}{C_{пр.}} \quad (4.9)$$

$\tau_{загр.} = \frac{8,3}{9} = 0,92$	$\tau_{загр.} = \frac{4,8}{5} = 0,96$
---------------------------------------	---------------------------------------

Принятое количество основных P_p^0 определяем по принятому числу единиц оборудования с учетом режима – работы предприятия, т.е.

$$P_p^0 = C_{пр} \quad (4.10)$$

$$P_{пр.}^0 = 9 \text{ чел.}$$

$$P_{пр.}^0 = 5 \text{ чел.}$$

Определяем коэффициент занятости рабочих

$$\tau_{зан.}^P = P_p^0 / P_{пр.}^0 \quad (4.11)$$

$\tau_{зан.}^P = 7,2 / 9 = 0,8$	$\tau_{зан.}^P = 4,6 / 5 = 0,92$
---------------------------------	----------------------------------

Определяем количество вспомогательных рабочих

$$P_{пр.}^e = P_{пр.}^0 \times 30\% \quad (4.12)$$

$$P_{пр.}^e = (9 \times 30) / 100 = 12,7 \approx 3 \text{ чел.}$$

$$P_{пр.}^e = (5 \times 30) / 100 = 1,5 \approx 2 \text{ чел.}$$

4.5. Расчет капитальных вложений

Расчет капитальных вложений производится по формуле:

$$K_{общ} = K_{об} + K_{пр} \quad (4.13)$$

где $K_{общ}$ – общие капитальные вложения, руб;

$K_{об}$ – капитальные вложения в сварочное оборудование, руб;

$K_{пр}$ – капитальные вложения в сборочно- сварочное приспособления, руб;

Капитальные вложения в сварочное оборудование:

$$K_{об} = 9 * 55900 \text{ (источник питания)} + K_{об} = 5 * 93200 \text{ (п/а с источником питания)} + 9 * 15000 \text{ (держак и кабель)} = 638100 \text{ руб.}$$

Общие капитальные вложения по вариантам

Базовый	Проектируемый
$K_{общ} = 759700 \text{ руб.}$	$K_{общ} = 622070 \text{ руб.}$

Удельные капитальные вложения:

$$K_{уд} = K_{общ} / N \quad (4.14)$$

где N – программа выпуска

$$K_{уд} = 759700 / 1000 = 759,7 \text{ руб.}$$

$$K_{уд} = 622070 / 1000 = 622,1 \text{ руб.}$$

4.6. Расчет текущих затрат

Технологическая себестоимость C_m сварочных работ на одно изделие включает затраты на материалы C_M ; на технологическую электроэнергию $C_э$; заработную плату $C_з$; расходы на эксплуатацию и содержание оборудования $C_{об}$:

$$C_m = C_M + C_э + C_з + C_{об} \quad (4.15)$$

где: C_M – затраты на сварочные материалы;

$C_э$ – затраты на электроэнергию;

$C_з$ – затраты на заработную плату;

$C_{об}$ – затраты на сварочное оборудование;

Затраты на сварочные материалы.

$$C_э = Q_H \cdot \beta \cdot Ц_{эл} \quad (4.16)$$

где: Q_H – масса наплавленного металла;

β – расход электродов (проволоки);

$Ц_{эл}$ – цена электродов (электродной проволоки);

Масса наплавленного металла:

$$Q_H = F_{ш} * L_{ш} * \gamma \quad (4.17)$$

где $F_{ш}$ - площадь поперечного сечения угловых швов, м²;

L_{III} - протяженность швов, м;

γ - плотность стали, $\gamma = 7850 \text{ кг/м}^3$.

$$C_2 = t_0 \cdot P_2 \cdot C_2 \quad (4.18)$$

где: P_2 – расход защитного газа;

C_2 – цена газа CO_2 ; $C_2 = 4,65$ руб. за 1 литр.

Стоимость электродов 37 руб. за 1 кг

Стоимость сварочной проволоки 40 руб. за 1 кг

$Q_n = 1,1 \text{ кг};$ $C_{эл} = 37 \text{ руб./кг};$ $\beta = 1,6;$ $C_{эл} = 1,1 \cdot 1,6 \cdot 37 = 65,2 \text{ руб.}$ УОНИ 13/55 (d 5) $C_{м общ} = 65,2 \text{ руб.}$	$Q_n = 20,8 \text{ кг};$ $C_{эл.пр.} = 40 \text{ руб./кг};$ $\beta = 1,08;$ $C_{эл} = 1,1 \cdot 1,08 \cdot 40 = 47,5 \text{ руб.}$ СВ 08ГА (d 1,6) $C_{CO2} = 10,03 \cdot 2,1 \cdot 13 = 273 \text{ руб.}$ $C_{м общ} = 47,5 + 273 = 320,5 \text{ руб.}$
---	--

Затраты на технологическую электроэнергию.

$$C_3 = Q_n \cdot q_3 \cdot C_3 \quad (4.19)$$

где q_3 – расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла;

C_3 – цена электроэнергии за 1 кВт:

$$C_3 = 1,1 \cdot 7,0 \cdot 3 = 23,1 \text{ руб.}$$

$$C_3 = 1,1 \cdot 5,0 \cdot 3 = 16,5 \text{ руб.}$$

Затраты на заработанную плату.

$$C_3 = Z_o + Z_d + O_c \quad (4.20)$$

где: Z_o – основная заработная плата;

Z_d – дополнительная заработная плата;

O_c – отчисления на социальные нужды (31,2%)

Основная заработная плата (Z_o)

$$Z_o = t_{\text{шт.к}} \cdot Ч_m \cdot K_d \quad (4.21)$$

где: $Ч_m$ – часовая тарифная ставка, для сварщика 4-го разряда $Ч_m = 70$ руб./ч

K_d – коэффициент доплат; $K_d = 1,6$ к тарифной заработной плате (от 1,4 до 1,6)

$$Z_o = 15,7 \cdot 70 \cdot 1,6 = 1758,4 \text{ руб.}$$

$$Z_o = 10,03 \cdot 70 \cdot 1,6 = 1123,36 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

$$Z_d = Z_o \cdot (15/100) \quad (4.22)$$

где Q – процент дополнительной заработной платы Q=15%:

$$Z_d = 1758,4 \cdot 0,15 = 263,76 \text{ руб.}$$

$$Z_d = 1123,36 \cdot 0,15 = 168,1 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды определяются по формуле:

$$O_c = (Z_o + Z_d) \cdot (C/100) \quad (4.23)$$

где C – процент отчисленный на социальные нужды C=31,2%

$$O_c = (1758,4 + 263,76) \cdot 0,312 = 631,9 \text{ руб.}$$

$$O_c = (1123,36 + 168,1) \cdot 0,312 = 402,9 \text{ руб.}$$

$$C_3 = 1758,4 + 263,76 + 631,9 = 2654,1 \text{ руб.}$$

$$C_3 = 1123,36 + 168,1 + 402,9 = 1694,4 \text{ руб.}$$

Затраты на обслуживание оборудования по вариантам:

Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования определяем по формуле:

$$C_{об} = A_o + Z_{тр}, \quad (4.24)$$

где A_o – амортизационные отчисления;

$Z_{тр}$ – затраты на текущий ремонт и обслуживание сварочного оборудования.

Затраты на амортизацию сварочного оборудования по формуле:

$$A_o = \frac{\sum_{i=1}^m S_i \times n_i \times H_a \times \eta_{загр}}{N \times 100}, \quad (4.25)$$

где S_i – балансовая стоимость единицы оборудования i – типоразмера;

n_i – количество единиц оборудования;

H_a – норма амортизационных отчислений. (27%)

$A_{o1} = (759700 \cdot 27) / (1000 \cdot 100) =$ $= 205,1$ руб.	$A_{o2} = (622070 \cdot 27) / (50000 \cdot 100) =$ $= 167$ руб.
---	--

Затраты на текущий ремонт и обслуживание оборудования рассчитываем по формуле:

$$Z_{тр} = (P_o \cdot K_{об}) / (N \cdot 100), \quad (4.26)$$

где P_o - процент отчислений на текущий ремонт оборудования,

$P_o = 11$ %.

$$Z_{\text{пр}} = (759700 \cdot 11) / (1000 \cdot 100) =$$

$$= 83,6 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пр}} = (622070 \cdot 11) / (1000 \cdot 100) =$$

$$= 68,4 \text{ руб.}$$

Таким образом, на основе вышеприведённых расчётов определим затраты на содержание и эксплуатацию оборудования $C_{\text{об}}$:

$$C_{\text{об1}} = 205,1 + 83,6 = 288,7 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{об2}} = 167 + 68,4 = 235,4 \text{ руб.}$$

Рассчитаем текущие затраты:

$$C_m^{\text{Б}} = 65,2 + 23,1 + 2654,1 + 288,7 =$$

$$= 3031 \text{ руб.}$$

$$C_m^{\text{ПП}} = 320,5 + 16,5 + 1694,4 + 235,4 =$$

$$= 2267 \text{ руб.}$$

4.7 Расчет годового экономического эффекта

Определяем годовой экономический эффект, руб:

$$\mathcal{E}_T = \left((C_{\text{баз}} + E_n \times K_{\text{уд}}^{\text{баз}}) - (C_{\text{пр}} + E_n \times K_{\text{уд}}^{\text{пр}}) \right) \times N$$

$$\mathcal{E}_T = ((3031 + 0,4 \cdot 759,7) - (2267 + 0,4 \cdot 622,1)) \cdot 1000 = (3334,9 - 2515,8)$$

$$\cdot 1000 = 819060 \text{ руб.}$$

Результаты расчета сведены в таблицу графической части проекта.

Наименование показателей	Единица измерений	Фактические значения показателей	
		базовый	проектный
Годовая программа выпуска	шт	1000	1000
Производственная площадь	м ²	1152	1152
Выпуск продукции с единицы производственной площади	т/м ²	0,7	0,7
Трудоемкость изделия	Нормо-часов	15,7	10,3
Количество рабочих всего	чел	9	5
В т. ч. основных производственных рабочих	чел	7	3
Коэффициент загрузки оборудования		0,92	0,96
Технологическая себестоимость изделия	руб	3031	2267
Условно-годовой экономический эффект от внедрения	руб	819060	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы над дипломным проектом усовершенствована технология сборки и сварки крыльчатки. В конструкторской части разработаны и рассчитаны приспособления, применяемые для сборки и сварки крыльчатки дымососа. Произведены необходимые расчеты.

При внедрении предложенной технологии годовой экономический эффект составит 819060руб. Данный эффект получен за счет снижения технологической себестоимости.

Разработанная технология позволяет улучшить условия труда производственных рабочих.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Акулов А. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 1977. –432 с.
2. Под ред. акад. Патона Б.Е. –М.: Машиностроение, 1974.-768 с.
3. Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением. Учебник Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. для машиностроительных техникумов. –3 –е изд., перераб. и допол. – Л.: Машиностроение, 1987. –461 с.
4. Оборудование подъемно-транспортное. Требования к изготовлению сварных металлоконструкций. ГОСТ 24.090.63-87, Методическое указание.
5. Электросварочное оборудование. Каталог – справочник. Номенклатура изделий, технические характеристики. –Москва, 1992. –4. –1
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. –5 изд., перераб. и допол. –М.: Машиностроение,1978. –Т.3. –557 с.
7. Организация, планирование и управление машиностроительным производством. Методические указания по курсовой работе для студентов специальности 0504./ Сост. Васильева З.А. –Красноярск: КрПИ, 1987. –36 с.
8. Безопасность и экологичность проекта. Методические указания по преддипломной практике и дипломному проектированию для студентов МТФ/ Сост. Жуков А.И., Кондрасенко В.Я., Колот В.В.; КрПИ. – Красноярск, 1992. –37 с.
9. Кондрасенко В.Я., Жуков А.И. Безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие/ Красноярск: КГТУ, 1999. –245 с.
10. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. –М.: Машиностроение, 1980. –319 с.
11. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. –6-е изд. перераб. и допол. –М.: Энергоатомиздат, 1984. –824 с.
12. Гитлевич А.Д., Этинггоф Л.А. Механизация и автоматизация сварочного производства. 2-е изд., – М.: Машиностроение, 1979. – 280с.
13. Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций. Учебное пособие. – М.: Высш. шк., 1983. – 344 с.
14. Рыжков Н.И. Производство сварных конструкций в тяжелом машиностроении. Организация и технология. 2-е изд., – М.: Машиностроение. 1980. – 375 с.
15. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование.: Справочник – М.: Машиностроение. 1989. – 368 с.
16. Промышленное производство и защита окружающей среды: учеб. Пособие : в 2-х ч. 42. Атмосфера, гидросфера/Л.Н.Горбунова, В.Я. Кондрасенко, А.И, Жуков, А.А. Калинин. -Красноярск: НПЦ КГТУ, 2000.

17. Безопасность и защита в чрезвычайных ситуациях: учеб. Пособие/ Л.Н.Горбунова, В.Я. Кондрасенко, А.А. Калинин и др. -Красноярск: НПЦ КГТУ, 2000.

18. Промышленная безопасность опасных производственных объектов: учеб. Пособие/ Л.Н.Горбунова, В.Я. Кондрасенко, А.А. Калинин и др. ред: В.С. Котельников, К.Д. Никитин. -Красноярск: НПЦ КГТУ, 2004.

19. Дипломное проектирование: Безопасность и экологичность проекта; метод. Указания/ В.Я. Кондрасенко, Л.Н.Горбунова, о.н.Ледяева.- Красноярск СФУ,2007.

ПРИЛОЖЕНИЯ
