

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
(наименование института полностью)
Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»
(наименование кафедры)
15.03.01 «Машиностроение»
(код и наименование направления подготовки)
Оборудование и технология сварочного производства
(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Изготовление корпуса для шиберной задвижки толщиной 80 мм

Студент(ка)	<u>И.А. Плохов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>К.В. Моторин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>П.А. Корчагин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Н.В. Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор В.В. Ельцов
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) _____ (личная подпись)

« _____ » _____ 2019 г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Название бакалаврской работы: Изготовление корпуса для шиберной задвижки толщиной 80 мм.

Выпускная работа посвящена вопросу проектирования технологического процесса изготовления корпуса для шиберной задвижки толщиной 80 мм.

В первом разделе работы проведено описание состояния вопроса, в частности выполнен анализ служебного назначения и конструкции изделия и проведен анализ известных и возможных способов изготовления корпуса для шиберной задвижки.

Во втором разделе работы проведена разработка технологического процесса изготовления корпуса шиберной задвижки толщиной 80 мм включающая выбор способа получения заготовок, выбор оборудования сборочно-сварочного производства, проектирование сварочных операций.

В третьем разделе работы проведена разработка оборудования и оснастки.

В четвертом разделе выполнено проектирование цеха.

Произведена оценка безопасности на производстве и экономический расчёт от внедрённого техпроцесса.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 74 страниц, содержащей 18 таблиц, 23 рисунка и графической части, содержащей 6 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Анализ конструкции и технологии изготовления корпуса шиберной задвижки	7
1.1 Анализ служебного назначения и конструкции изделия.....	7
1.2 Анализ известных и возможных способов изготовления корпуса для шиберной задвижки	11
2 Разработка технологического процесса изготовления корпуса шиберной задвижки	21
2.1 Проектирование заготовительных операций	21
2.2 Проектирование сварочных операций.....	23
2.4 Проектирование контрольных операций.....	28
3 Разработка оборудования и оснастки для изготовления корпуса шиберной задвижки толщиной 80 мм.....	31
3.1 Конструкция глагольной тележки ГТ2	31
3.2 Расчёт и проектирование вращающейся роlikоопоры	33
4 Проектирование цеха для изготовления корпуса шиберной задвижки толщиной 80 мм.....	36
4.1 Исходные данные.....	36
4.2 Расчет заготовительного участка	36
4.3 Расчет сборочного участка.....	40
4.4 Расчет сварочного участка	42
4.5 Расчеты общей площади цеха, вспомогательных отделений и складских помещений.....	47
4.6 Компоновочно-планировочное решение цеха	49
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	52
5.1 Технологическая характеристика объекта	52
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	54

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	56
5.4 Обеспечение пожарной безопасности	57
5.5 Обеспечение экологической безопасности технологического объекта.....	58
6 Экономическая эффективность работы	60
6.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов	60
6.2 Расчет себестоимости	61
6.3 Расчет экономической эффективности	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	69
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	70

ВВЕДЕНИЕ

В связи с общим ростом объемов производства и нефтедобычи возникает потребность в запорной арматуре. В связи с этим остро стоит проблема изготовления данного оборудования в больших объемах, но при меньших затратах материальных средств и труда, без снижения качественных показателей.

Задвижка шиберная с толщиной стенки 80 мм служит в качестве запорного устройства на трубопроводах подачи перегретой воды или пара в системах тепловых сетей, котельных и ТЭЦ, а также на трубопроводах, транспортирующих нефть и нефтепродукты, природный и попутный газ на рабочее давление 12,5 МПа и применяется на трубопроводах условным проходным диаметром 1200 мм [1]. Данное изделие является чрезвычайно востребованным продуктом и используется в крупных ТЭЦ и магистральных газо- и нефтепроводах и пользуется большим спросом.

В связи с этим предприятию стратегически целесообразно выйти на рынок крупных шиберных задвижек, развернув производство данного изделия.

Корпус шиберной задвижки является наиболее крупной и сложной деталью изделия. Исходя из планируемой годовой программы выпуска 1000 шт. необходимо проектирование эффективного технологического процесса изготовления корпуса шиберной задвижки предусматривающего использование современных сварочных технологий и проектирование специализированной оснастки и приспособлений с целью снизить трудоемкость изготовления, для обеспечения конкурентной способности на рынке. Этого можно добиться применением нового более производительного оборудования, использованием более качественных материалов и инструмента, внедрением современных более совершенных технологий.

В настоящее время при изготовлении шиберной задвижки используется сварка с V-образной разделкой кромок, в результате чего при достаточно

большой площади поперечного сечения сварного шва имеет место повышенный расход сварочного материала и относительно низкая производительность сварки.

Целью бакалаврской работы является повышение производительности сварки корпуса для шиберной задвижки толщиной 80 мм.

1 Анализ конструкции и технологии изготовления корпуса шиберной задвижки

1.1 Анализ служебного назначения и конструкции изделия

Задвижки шиберные применяются в качестве запорного устройства для перекрытия потока рабочей среды в магистральных трубопроводах по транспортировке товарной нефти и нефтепродуктов, а также в технологических схемах перекачивающих станций и резервуарных парков, с температурой рабочей среды от -15 до $+80^{\circ}\text{C}$.

Шиберная задвижка с корпусом толщиной 80 мм относится к классу задвижек трубопроводов с условным проходным диаметром 1200мм, например, задвижка шиберная УК 19125-1200 А показанная на рисунке 1.1 и состоящая из следующих основных деталей и узлов: корпус 1, крышка 2; стойка 3; седло 4; шибер 5; шпindel 6; кольцо уплотнительное 7; электропривод 8; трубопровод дренажный 9; бугельный узел 10 [2].

Корпусные детали задвижек должны обеспечивать прочность и плотность. Задвижки должны быть герметичны по отношению к внешней среде, работоспособны, подвижные части должны перемещаться без заеданий. Задвижки с электроприводом должны быть оснащены от атмосферных осадков навесом. Наружные поверхности задвижек должны иметь защитное лакокрасочное покрытие. Уплотнительные поверхности не должны иметь трещин, вмятин и других дефектов. Конструкция задвижек должна обеспечивать герметичность верхнего уплотнения шпинделя для замены сальника без снижения давления в трубопроводе.

Технические условия задвижки шиберной допускают применение его на открытом воздухе в районах с умеренным и холодным климатом.

В связи с высоким рабочим давлением предъявляются высокие требования по прочности крышки задвижки, а также для проверки соответствия задвижки требованиям на заводе изготовителе проводятся

следующие испытания: на работоспособность, на прочность и плотность, на герметичность.

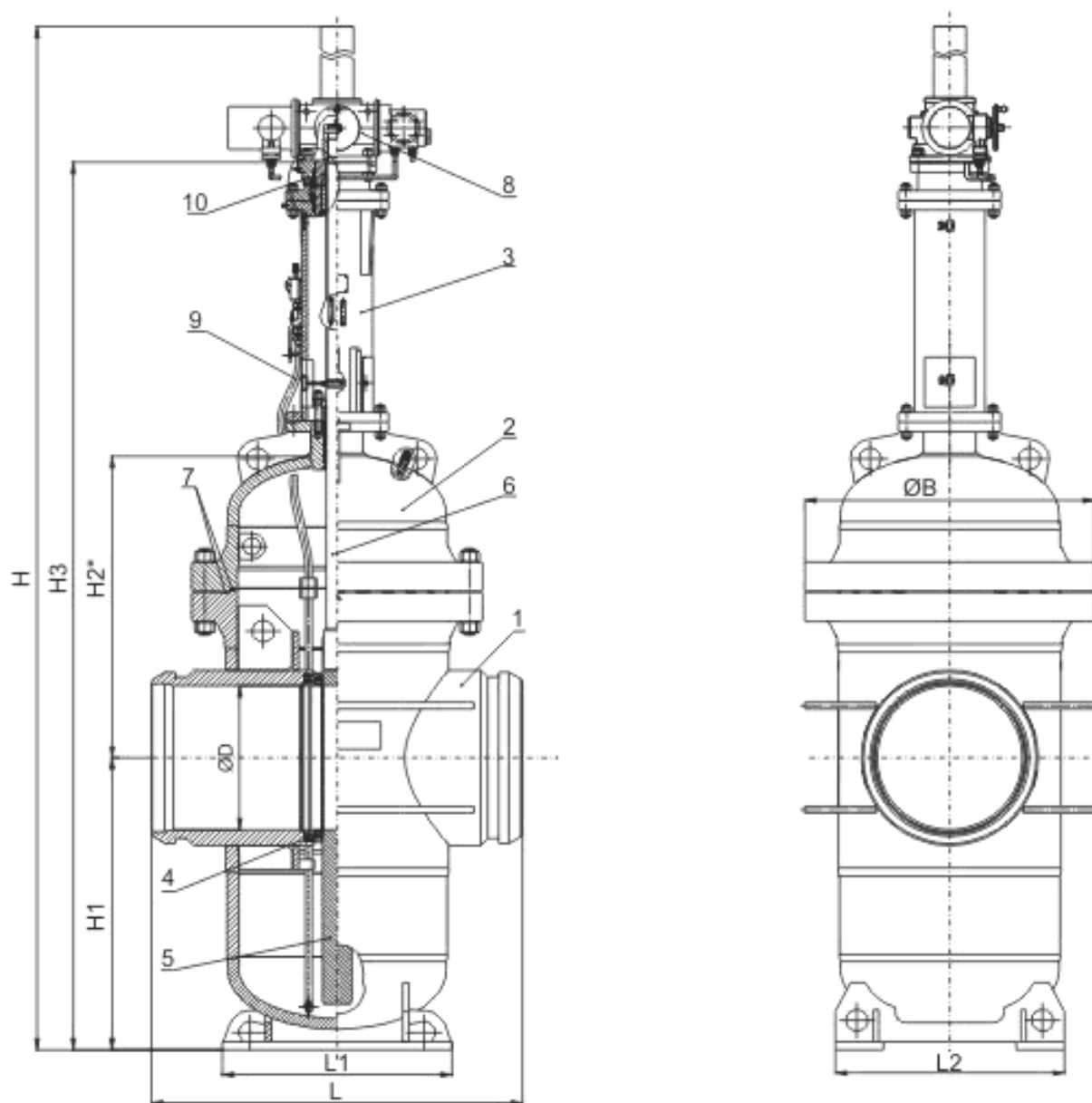


Рисунок 1.1 - Задвижка шиберная

Маркировка должна выполняться в соответствии с ГОСТ 4666 на табличке из коррозионно-стойкого материала и должна содержать:

- товарный знак завода изготовителя;
- обозначение изделия по основному конструкторскому документу;

- номинальное давление;
- условный проход;
- заводской номер;
- год выпуска.

Маркировка транспортной упаковки по ГОСТ 14192 должна содержать:

- наименование грузополучателя;
- наименование станции назначения;
- наименование грузоотправителя;
- наименование станции отправителя.

Упаковка задвижек производится по ГОСТ 5762 и рабочим чертежам. Она предусматривает закрытие отверстий заглушками.

Металл, из которого делают изделия, обязательно подвергается входному контролю, в результате которого устанавливается соответствие хим. состава. Технологический процесс изготовления изделий начинается в заготовительном цехе, где производится газопламенная резка металла на газорезательных агрегатах и обработка листового проката на вальцах. Далее изделия отправляются на участок сборки и сварки.

В действующем производстве задвижки шибберные с толщиной стенки 80 мм и условным проходным диаметром 1200 мм не производятся, но в будущем готовятся к производству. К этому изделию разрабатывается операционный технологический процесс.

Производство этого изделия характеризуется сравнительно небольшой номенклатурой и малым объёмом выпускаемых изделий в течении года. Оборудование используется универсальное, точное и расставлено оно по группам станков; используется универсальная оснастка; исходные заготовки получают из проката с последующей сваркой, т.е. с большими отходами и высокой трудоёмкостью. Точность размеров детали достигается методом пробных проходов и замеров; используется разметка с выверкой по ней,

квалификация рабочих высокая; технологическая документация оформляется упрощённой, на маршрутных картах; применяются укрупнённые нормы времени.

Поставленную задачу (годовой программы выпуска корпуса задвижки шиберной 1000 штук) планируется достигнуть за счет ввода в эксплуатацию сборочно-сварочного цеха и внедрением современных методов сварки (сварка в узкую щелевую разделку).

Условия работы шиберной задвижки в условиях магистральных трубопроводов характеризуются такими факторами внешнего воздействия как сейсмическое, ветровое и нагрузка от трубопровода и при проектировании задвижек необходимо проводить соответствующие расчеты.

Задвижки в зависимости от сейсмичности района размещения должны изготавливаться в следующих исполнениях:

- не сейсмостойкое исполнения для районов с сейсмичностью до 6 баллов включительно (С0)
- сейсмостойкое исполнение для районов с сейсмичностью свыше 6 до 9 баллов включительно (С)
- повышенной сейсмичности для районов с сейсмичностью свыше 9 до 10 баллов включительно (ПС).

Задвижки в сейсмостойком (С) исполнении должны сохранять работоспособность, прочность и герметичность во время и после сейсмического воздействия 9 баллов.

Задвижки повышенной сейсмостойкости (ПС) должны сохранять работоспособность, прочность и герметичность во время и после сейсмического воздействия 10 баллов.

На сейсмостойкость должны быть рассчитаны корпус, патрубки и бугельный узел задвижки, а также другие ответственные элементы конструкции по усмотрению изготовителя, повреждение, смещение или

деформация которых может привести к разрушению или к снижению ее эксплуатационных качеств.

Задвижки должны быть рассчитаны на воздействие дополнительных усилий, передаваемых на патрубки от присоединяемых трубопроводов и вызывающих дополнительное напряжение в патрубках не менее 20% от максимальных кольцевых при номинальном давлении.

Номинальное значение ветрового давления не менее 0,48 кПа.

Скорость ветра (верхнее значение) составляет 50 м/с.

При скоростях ветра вызывающих колебание задвижки с частотой, равной частоте собственных колебаний, необходимо проводить поперечный расчет на резонанс.

Расчетные усилия и перемещение при резонансе должны определяться как геометрическая сумма резонансных усилий и перемещений, а также усилий и перемещений от других видов нагрузок и воздействий, включая расчетную ветровую нагрузку.

1.2 Анализ известных и возможных способов изготовления корпуса для шиберной задвижки

Корпус шиберной задвижки, показанный на рисунке 1.2, состоит из кольца 1, внутреннего ребра 2, обечайки 3, наружного ребра 4, двух упоров 5, двух патрубков 6, двух колец 7, нижнего корпуса обечайки 8, нижнего корпуса упора 9, трубы 10 и основания 11.

Основные технические требования к изготовлению корпуса шиберной задвижки:

- Сварка, термообработка и контроль качества сварных швов по СТ ЦКБА 025-2006.
- Механические характеристики сварного шва должны быть не ниже характеристик основного металла

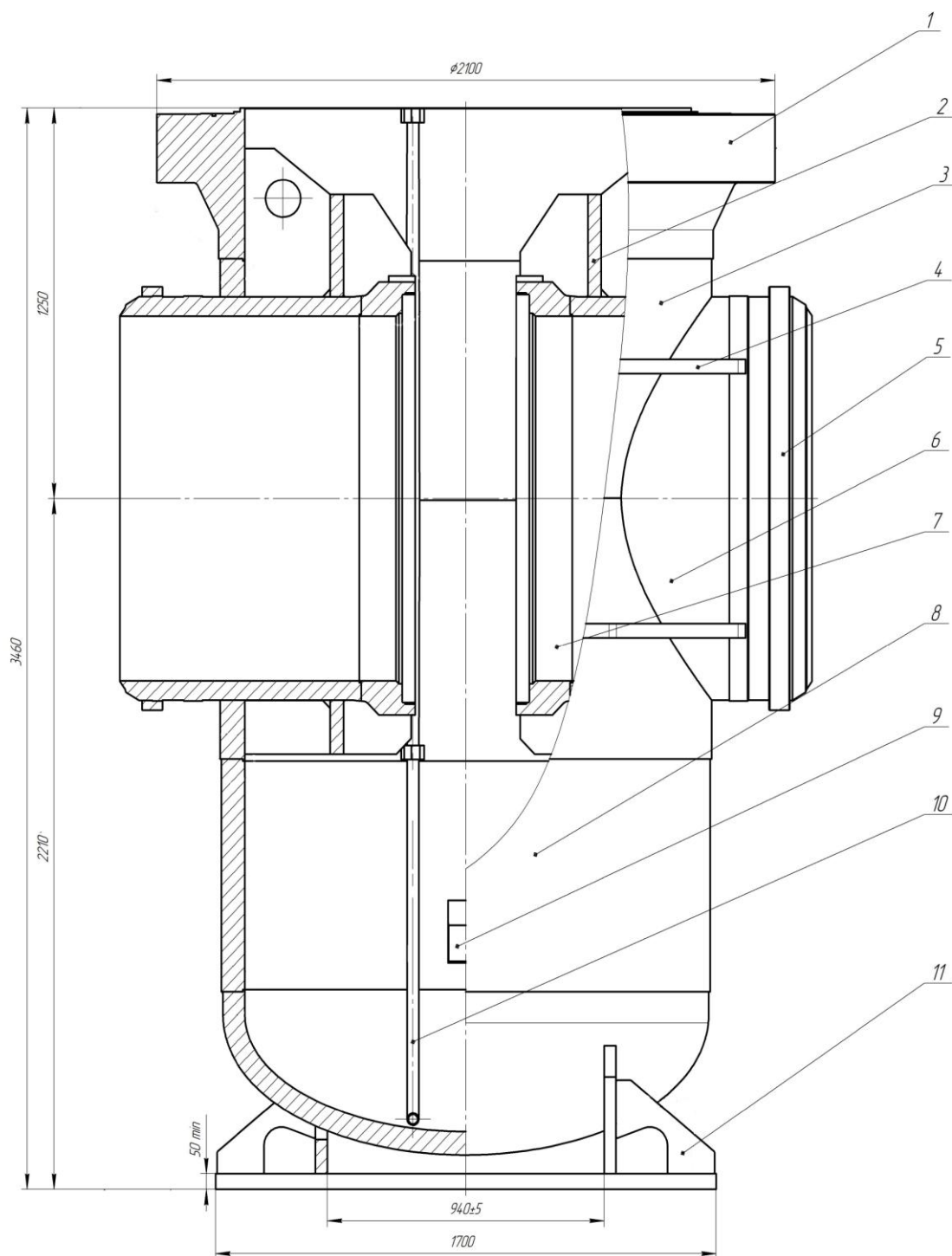


Рисунок 1.2–Корпус задвижки шиберной

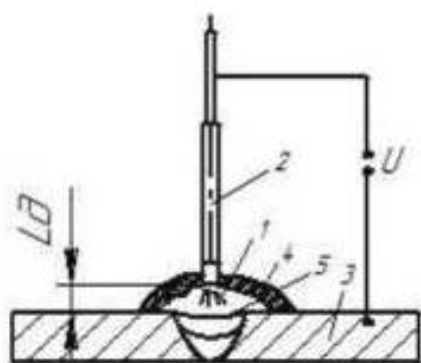
- Конструктивные элементы сварного шва по ГОСТ 14771-76.
- Кромку под приварку контролировать радиографическим методом, .
Оценку качества производить по толщине стенки привариваемой трубы.
- Смещение продольных швов обечайки поз. 2 и обечайки полукорпуса поз. 1 относительно друг друга не менее, чем на 100 мм.

- Маркировать порядковый номер, марку материала шрифтом ПО-5 ГОСТ 2930-62 и обозначение чертежа. Допускается обозначение чертежа маркировать на бирке.

- Обработку по размерам выполнять до приварки упоров поз.7 и выполнения замыкающего шва.

Для определения оптимальной стратегии проектирования технологического процесса необходимо провести сравнительный анализ различных способов сварки, определив преимущества, недостатки и целесообразность использования в контексте решаемой задачи. Анализ способов сварки, которые потенциально применимы для изготовления корпуса шиберной задвижки выполнен с использованием учебной литературы и интернет-источников [3-10].

Ручная сварка покрытым электродом, схема которой показана на рисунке 1.3, может проводиться во всех пространственных положениях, пригодна для сталей всех структурных классов и является высокоманевренным способом сварки.



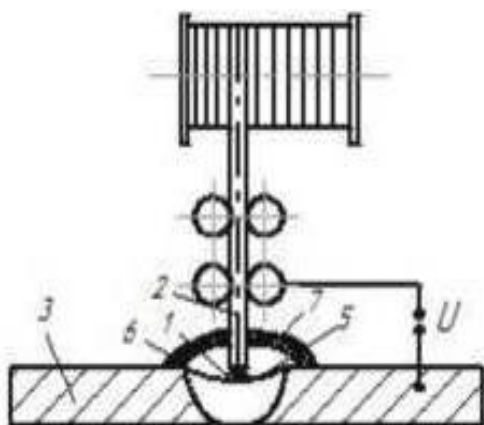
- 1 - электрическая дуга;
- 2 - плавящийся электрод;
- 3 - свариваемая деталь;
- 4 - газообразная среда;
- 5 - жидкий металл шва;
- 6 - расплавленный флюс;
- 7 - газошлаковая защита

Рисунок 1.3 – Ручная сварка покрытым электродом

К недостаткам способа относятся невысокая производительность процесса и зависимость качества швов от квалификации электросварщика.

Автоматическая сварка под флюсом, схема которой показана на рисунке 1.4, пригодна для сталей всех структурных классов, является

высокопроизводительным способом сварки и обеспечивает высокое качество ШВОВ.



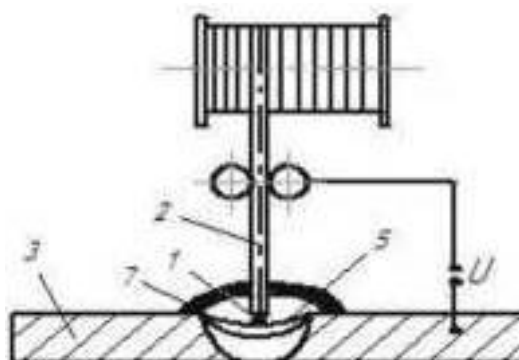
- 1- электрическая дуга;
- 2 - плавящийся электрод;
- 3 - свариваемая деталь;
- 4. - газообразная среда;
- 5 - жидкий металл шва;
- 6. - расплавленный флюс;
- 7 - газшлаковая защита.

Рисунок 1.4 – Автоматическая сварка под флюсом

К недостаткам способа относятся то, что сварка выполняется преимущественно в нижнем (наклоном) положении.

Механизированная сварка порошковой проволокой, схема которой показана на рисунке 1.5, пригодна для углеродистых и низколегированных конструкционных сталей, производительность процесса выше, чем при ручной, производится во всех положениях.

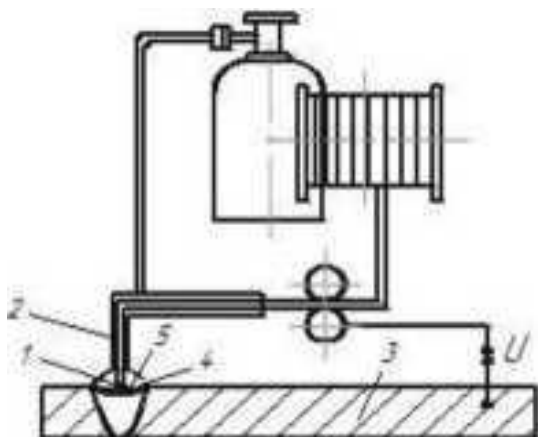
К недостаткам способа относятся то, что качество швов зависит от квалификации сварщика, сварка в потолочном положении ограничена, высокая стоимость сварочных работ.



- 1- электрическая дуга;
- 2 - плавящийся электрод;
- 3 - свариваемая деталь;
- 4. - газообразная среда;
- 5 - жидкий металл шва;
- 6. - расплавленный флюс;
- 7 - газшлаковая защита.

Рисунок 1.5 – Механизированная сварка порошковой проволокой

Механизированная и автоматическая сварка в защитных газах плавящимся электродом проволокой сплошного сечения, схема которой показана на рисунке 1.6, может производиться во всех пространственных положениях проволокой диаметром 0,8...4,2 мм, применима для углеродистых и низколегированных конструкционных сталей и обеспечивает высокую производительность - выше, чем при ручной дуговой сварке покрытым электродом.



- 1- электрическая дуга;
- 2. - плавящийся электрод;
- 3 - свариваемая деталь;
- 4. - газообразная среда;
- 5 - жидкий металл шва;
- 6 - расплавленный флюс;
- 7 - газошлаковая защита

Рисунок 1.6 – Механизированная и автоматическая сварка в защитных газах плавящимся электродом проволокой сплошного сечения

К недостаткам способа относятся повышенное разбрызгивание электродного металла при сварке в углекислом газе CO_2 . Для устранения недостатка применяется смесь $Ar(80\%) + CO_2(20\%)$.

Автоматическая сварка в среде инертного газа – аргона (гелия и смеси аргона с гелием), схема которой показана на рисунке 1.7, может производиться во всех пространственных положениях, пригодна для сталей всех структурных классов и обеспечивает высокое качество швов.

К недостаткам способа относятся необходимость вентиляции при работе в закрытых помещениях, гелий, применяемый в сварочных работах, имеет высокую стоимость.

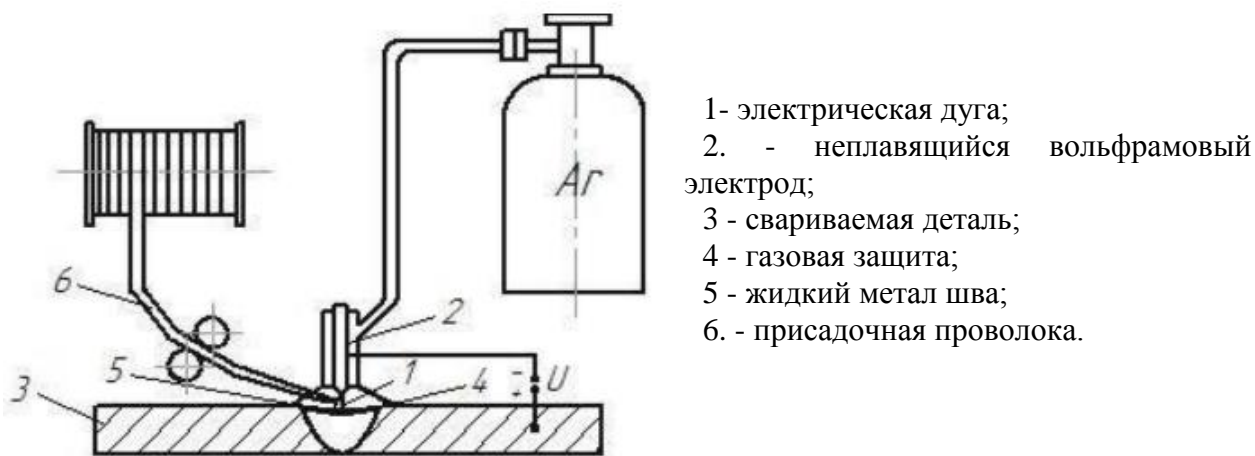


Рисунок 1.7 – Автоматическая сварка в среде инертного газа – аргона (гелия и смеси аргона с гелием)

Электрошлаковая сварка (автоматическая), схема которой показана на рисунке 1.8, обеспечивает возможность сварки за один проход без разделки кромок с высокой производительностью.

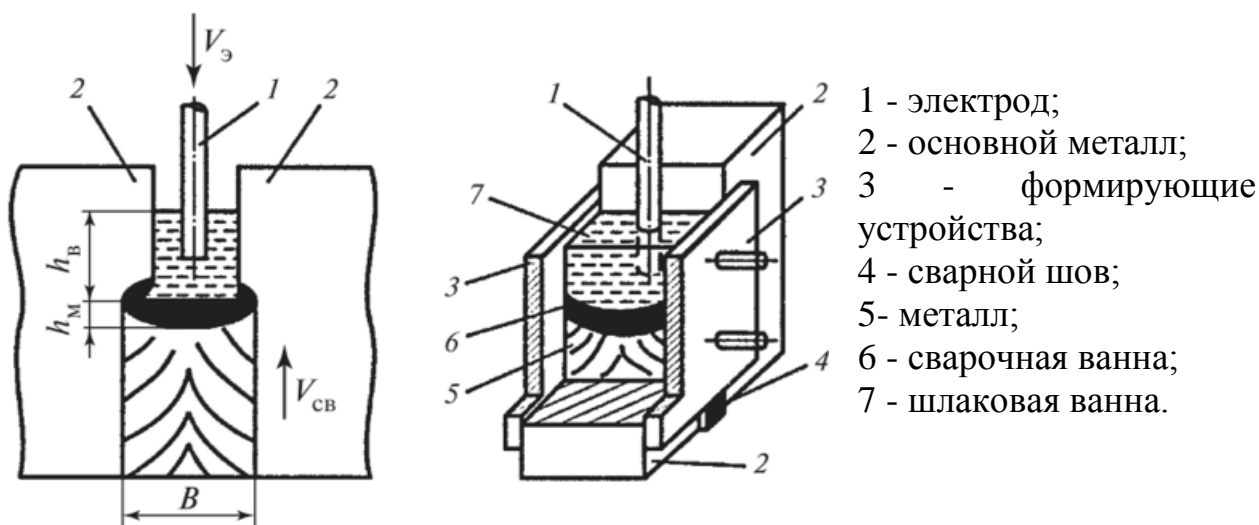


Рисунок 1.8 – Электрошлаковая сварка (автоматическая)

К недостаткам способа относятся образование в металле шва и околошовной зоны неблагоприятных структур, что требует последующей термообработки для получения необходимых свойств сварного соединения, дорогостоящее сложное оборудование.

В базовом варианте применяется автоматическая сварка проволокой сплошного сечения в смеси газов Ar(80%) + CO₂(20%). Сварочная проволока Св08ГА [10] предназначена для автоматической сварки углеродистых сталей, с пределом текучести 235-440 МПа (конструкций мостов, опор, труб; трубопроводов при отрицательных температурах; котлов, работающих при высоких давлениях и температурах).

Расшифровка аббревиатуры Св08ГА: Св — сварочная, 08 — содержание углерода С=0,08% (низкоуглеродистая), Г — содержание марганца Мп<1%, А — высококачественная сталь (низкое содержание вредных примесей — фосфора и серы).

Материал корпуса шибера — сталь 09Г2С по ГОСТ 19282-73 предназначена для изготовления труб, металлопроката и сварных металлоконструкций, температурный диапазон использования которых от -70 до 425⁰С. Расшифровка стали имеет следующий вид: 09 — количественная доля содержания углерода в сплаве (0,09%); Г2 — это марганец и его часть во всем объеме колеблется в районе 2% (точная цифра колеблется от 1,3 до 2%); С — обозначает кремний, отсутствие цифр после символа говорит о том, что его менее 1%. Сталь 09Г2С низкоуглеродистая, вследствие чего обладает хорошей свариваемостью, поскольку не происходит выгорания углерода с образованием пор, непроваров и закаленных микроучастков шва.

Содержание марганца обеспечивает отсутствие отпускной хрупкости — сталь имеет устойчивость к излишнему нагреву без образования микротрещин в зоне сварного соединения.

При сварке толстостенных деталей большое значение имеет предварительная подготовка кромок — разделка. Классическая V-образная разделка (см. рис. 1.9) с углом разделки 12,5° обеспечивает надежное соединение, но при этом в случае сварки толстостенных деталей получается значительный объем, который необходимо заполнить при сварке, в

результате чего существенно снижается производительность и увеличивается расход сварочного материала.

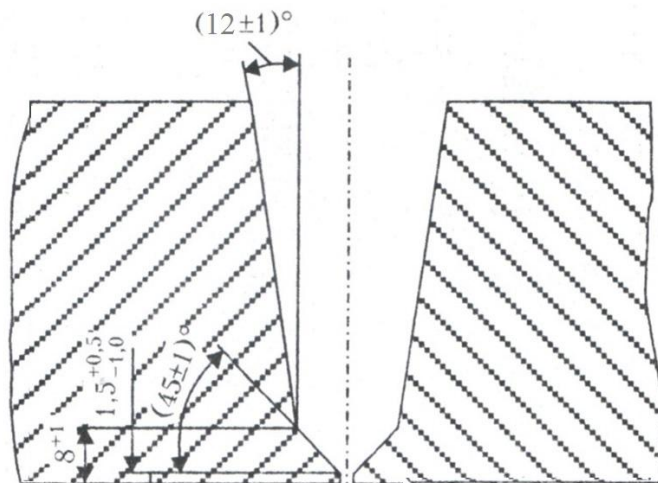


Рисунок 1.9 – Схема V-образной разделки

Для способа сварки в узкощелевую разделку (УЩР) используется U-образная разделка кромок, (см. рис. 1.10), которая предусматривает угол раскрытия $4^\circ - 5^\circ$ и с разделкой кромок дна 14мм.

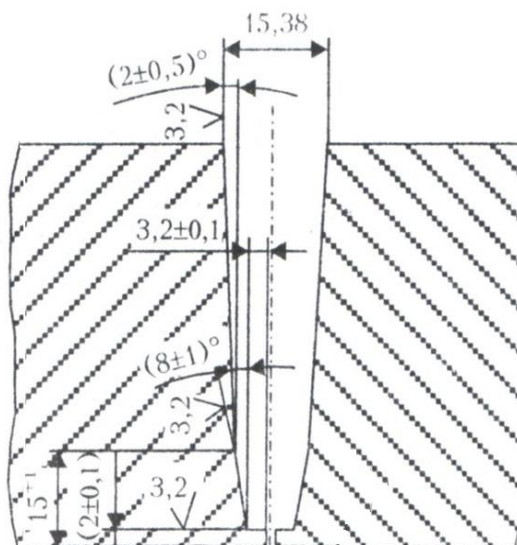


Рисунок 1.10 – Схема U-образной разделки для сварки в УЩР

Сварка в УЩР предусматривает использование специализированного сварочного оборудования, но при этом обеспечивается существенное повышение производительности за счет уменьшения объема, заполняемого

электродным материалом. Также к достоинствам УЩР относится меньший расход электродного материала и более высокое качество шва.

В базовом варианте используется V-образная разделка. С учетом изложенного выше и цели работы – повышение производительности – в проектном варианте целесообразно применить сварку в УЩР проволокой Св08ГА в смеси газов Ar(80%) + CO₂(20%).

Концепция, принимаемая для разработки нового технологического процесса, разработана с целью повышения производительности изготовления изделия. Основным ее отличием является сварка в узкую разделку и применение нового технического оборудования в виде роботизации при приварке патрубков. Узкая разделка применяется с целью уменьшения внесения тепла во время сварки, а также для сокращения времени сварки. При использовании импульсной сварочной головки нам позволит избежать выборку корня шва и последующее его заполнение механизированной сваркой. А роботизация позволит модернизировать производство, повысить производительность, улучшить конкурентоспособность продукции и снизить трудоемкость.

Для реализации технологии сварки с узкощелевой разделкой, необходимо использование специальной головки для сварки узкощелевой разделки АСУР-1251. Для сварки необходимо разработать сварочный стенд в составе гонимой тележки ГТ-2, роликоопоры и специальную сварочную головку для сварки в узкощелевой разделке А 300 TIG.

Базовый технологический процесс изготовления изделий начинается с входного контроля заготовок и материалов поступающий на предприятие. После чего на заготовительном участке производится получение и обработка заготовок с помощью газорезки, рубки, вальцовки и штамповки. При вальцовке листов большой толщины листы предварительно подогреваются. Затем заготовки отправляются на механический участок, где деталям предназначенных для сварки делают разделку кромок, а детали

входящие в состав изделия без сварки проводят чистовую мех. обработку. детали предназначенные под сварку после разделки кромки направляют на сборочно - сварочный участок. Там детали собираются в узлы. Основные типы применяемых технологий на предприятии – это сварка в среде защитного газа. На данном предприятии используются следующие методы контроля: рентгенография, ультразвуковая и цветная дефектоскопия. Если дефект не обнаружен, то сварочные сборочные единицы передаются на заключительную механическую обработку. Где детали обрабатываются на станках с числовым программным управлением. Детали задвижек, обеспечивающие герметичность узла затвора, поступают на участок гальванопокрытий. При гальванизации детали покрываются хромовым или цинковым покрытием. Качество гальванопокрытия также контролируется специальными методами, включая замеры твердости и толщины покрытия электронными приборами.

2 Разработка технологического процесса изготовления корпуса шиберной задвижки

2.1 Проектирование заготовительных операций

В соответствии с принятой технологией изготовления данной конструкции при раскросе металла мы используем газокислородную резку. Поскольку выбранный нами материал наилучшим образом удовлетворяет условия газокислородной резки. Эта операция выполняется на заготовительном участке на машинах газокислородной резки Microstep серии CombiCut[11], которые предназначены для газокислородной резки металла с высокой производительностью при многосменном режиме эксплуатации и оснащены системой ЧПУ iMSNC, что позволяет реализовывать нестандартные задачи, возникающие на производстве, создавать полностью автоматизированные заготовительные участки, работающие совместно с крановым хозяйством, управляемым со стойки ЧПУ машины термической резки и, в частности, работать по раскрою без предварительной разметки.

Режим резки [8] составляет: скорость резки 250 мм/мин, расход ацетилена 62 дм³/м, кислорода – 1000 дм³/м.

Технологические требования: визуальный контроль и, механическая очистка поверхности, ширина реза $\text{Ш}=4\pm 0,5\text{мм}$. радиус округления r до 10мм, неперпендикулярность реза f до 8мм (см. рис. 2.1).

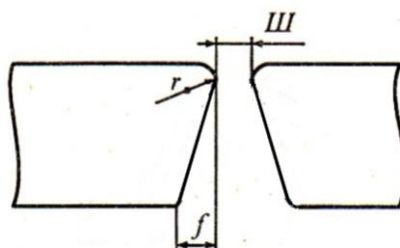


Рисунок 2.1 –Схема реза

Для разделки кромок используется кромкофрезерный станок ХВЛ. Обработка производится твердосплавными фрезами со сменными пластинами. Режим резания при черновом проходе: скорость резания $V = 80$ м/мин подача $S = 120$ мм/мин. Режим резания при чистовом проходе: скорость резания $V = 110$ м/мин подача $S = 80$ мм/мин [8].

Гибка осуществляется с помощью 3-валковой гибочной машины ROUNDО.

Техническая характеристика 3-валковой машины ROUNDО представлена в таблице 2.1

Режим гибки - подача $F = 1200$ мм/мин, сила $P = 1200$ кН. Схема гибки показана на рисунке 2.2.

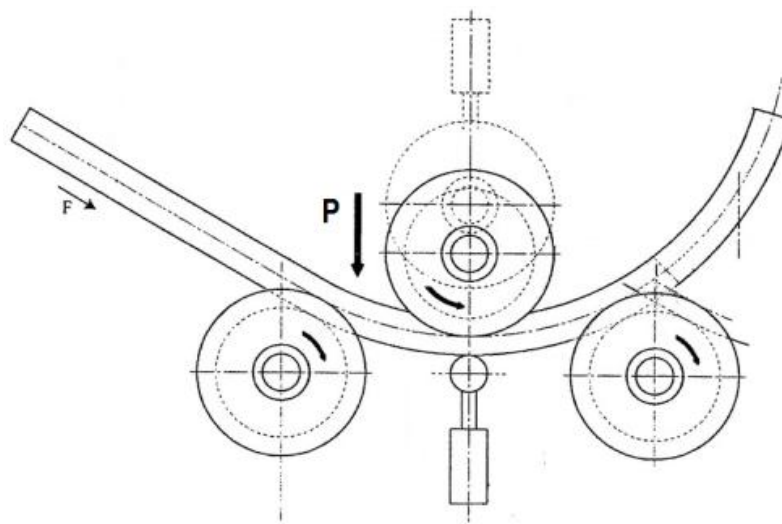


Рисунок 2.2 – Схема гибки

Таблица 2.1 – Техническая характеристика 3-валковой машины ROUNDО

Параметр	Значение
Диаметр валков, мм:	440, ось нижн. рол. 160
Рабочая скорость, м/мин:	1-7
Диаметр верхнего вала, мм:	440, ось 180
Мощность, кВт:	11,0
Габаритные размеры, мм:	1920x1530x1500
Масса, кг:	5300

При проведении гибки большое значение имеет контакт поверхности листа с гибочными вальцами, поэтому на поверхности не должно присутствовать загрязнений. Качество гибки зависит от того вдоль или поперек волокон прокатки производится формоизменение. Поэтому в качестве технологических требований гибочной операции необходимо установить: визуальный контроль и механическая очистка поверхности, отклонение угла направления прокатки от оси гiba не более 10° .

2.2 Проектирование сварочных операций

Сварочная головка АСУР-1251 для сварки толстостенных изделий в узкощелевую разделку показана на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 - Сварочная головка АСУР-1251

К преимуществам данного оборудования относятся:

- специально спроектировано для сварки сосудов, работающих под давлением и иных толстостенных изделий при использовании сварочного портала или колонны;

- высокое качество сварки толстостенных изделий в узкощелевую (шириной от 18мм) разделку;
- современная система управления сварочным процессом.

Состав головки АСУР-1251 показан на рисунке 2.4 и включает:

- 1 - Корпус головки;
- 2 - Подвижный мундштук;
- 3 - Корпус следящей системы;
- 4 - Пневмоцилиндр установки наклона мундштука;
- 5 - Двигатель подачи проволоки;
- 6 - Блок пневмоаппаратуры;
- 7 - Несущая консоль головки;
- 8 - Вертикальный суппорт слежения;
- 9 - Горизонтальный суппорт слежения;

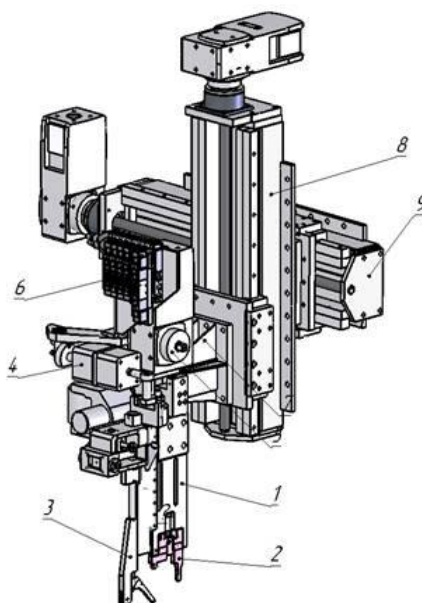


Рисунок 2.4- Состав сварочной головки АСУР

Стандартная комплектация оборудования включает: сварочная головка АСУР-1251, шкаф управления (шкаф управления имеет в своем составе модули управления сварочной колонной и роликовыми опорами.), система

подготовки воздуха (в т.ч. компрессор), датчик линейной скорости обечайки или блок совместимости с роликовыми опорами. Техническая характеристика АСУР – 1251 представлена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Техническая характеристика АСУР – 1251

Наименование параметра	Значения
Толщина стенки свариваемых сосудов	80...350 мм.
Диаметры свариваемых сосудов: - 1 диапазон - 2 диапазон	800...2000 мм 2100...6500 мм
Тип свариваемого шва	стыковой
Диаметр сварочной проволоки	3 и 4 мм
Сварочный ток	400...1000А
Угол наклона электрода относительно вертикальной оси	3,5 град.
Максимальная глубина разделки	350 мм
Ширина разделки	от 18 мм
Расход сжатого воздуха при рабочем давлении 6 кг\см ²	350 л/мин.
Масса головки	160 кг

Сварочная головка обеспечивает высокое качество сварки благодаря: точному контролю всех основных параметров; надежному доступу в ограниченное пространство узкощелевой разделки за счет миниатюрных размеров сварочного мундштука; наличию системы слежения, связанной с системой управления процессом. Результат: гарантия качества сварного шва, отсутствие непроваров, подрезов, шлаковых включений в металл шва и т.п. дефектов. Система управления имеет в своей основе процессор Siemens, который управляет рабочим циклом сварочной головки.

Система управления АСУР-1251 обеспечивает в автоматическом режиме раскладку и заполнение рабочего пространства стыка, начиная от корня шва (который обычно сваривается вручную) вплоть до последних проходов. Система слежения, интегрированная в состав системы управления, ведет мониторинг стыка по двум осям во время сварки: вертикально

(относительно дна стыка) и горизонтально (относительно обеих боковых поверхностей стыка).

В качестве источника питания использован выпрямитель сварочный универсальный ВДУ-1000 с жёсткой ВАХ.

Сварочная проволока СВ08ГА(О) диаметром 4мм;

Защитная среда (Ar-80% + CO₂-20%).

Операция приварки фланца к обечайке (см. рис. 2.5) выполняется с размещением детали на манипуляторе. Режим сварки [8]: сварочный ток $I_{св} = 500-600\text{А}$, напряжение $U = 30-36\text{В}$, скорость подачи проволоки $V_{пр} = 200\text{м/ч}$, скорость сварки $V_{св} = 25\text{ м/ч}$.

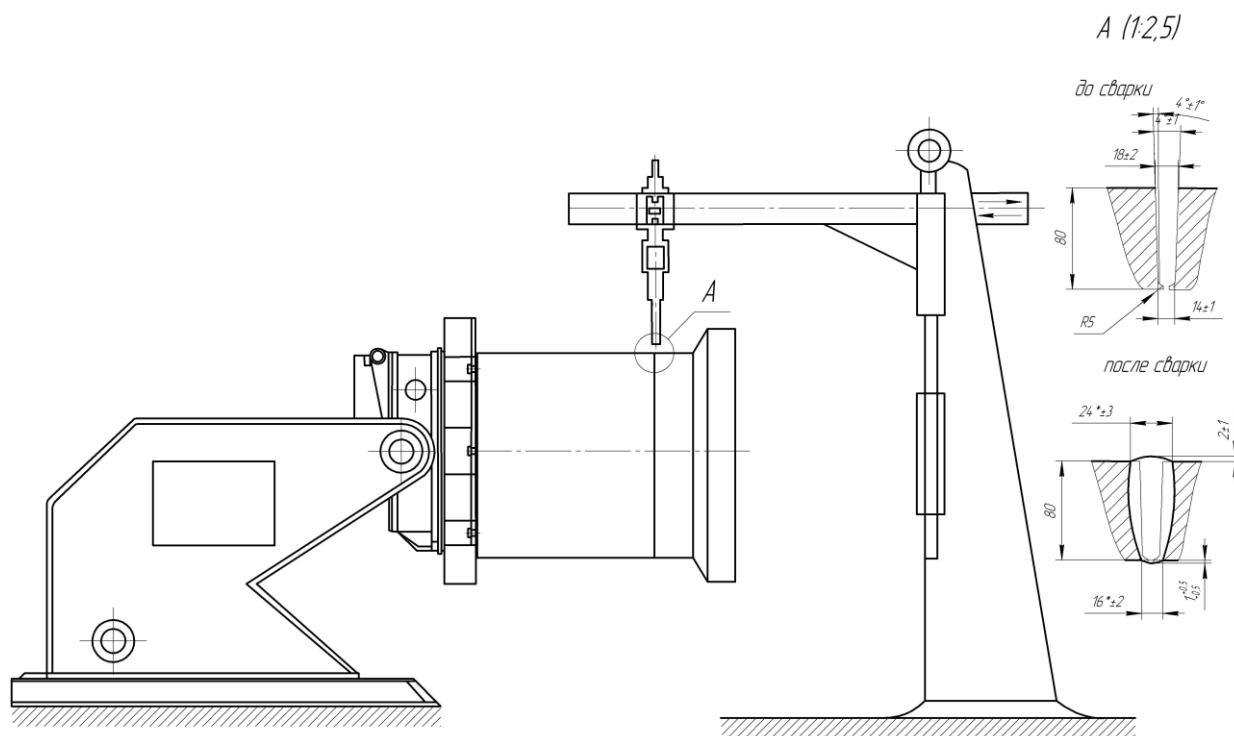


Рисунок 2.5 – Приварка фланца обечайки

Операция приварки кольца патрубка (см. рис. 2.6) выполняется с размещением детали на манипуляторе. Режим сварки [8]: сварочный ток $I_{св} = 500-600\text{А}$, напряжение $U = 30-36\text{В}$, скорость подачи проволоки $V_{пр} = 200\text{м/ч}$, скорость сварки $V_{св} = 25\text{ м/ч}$.

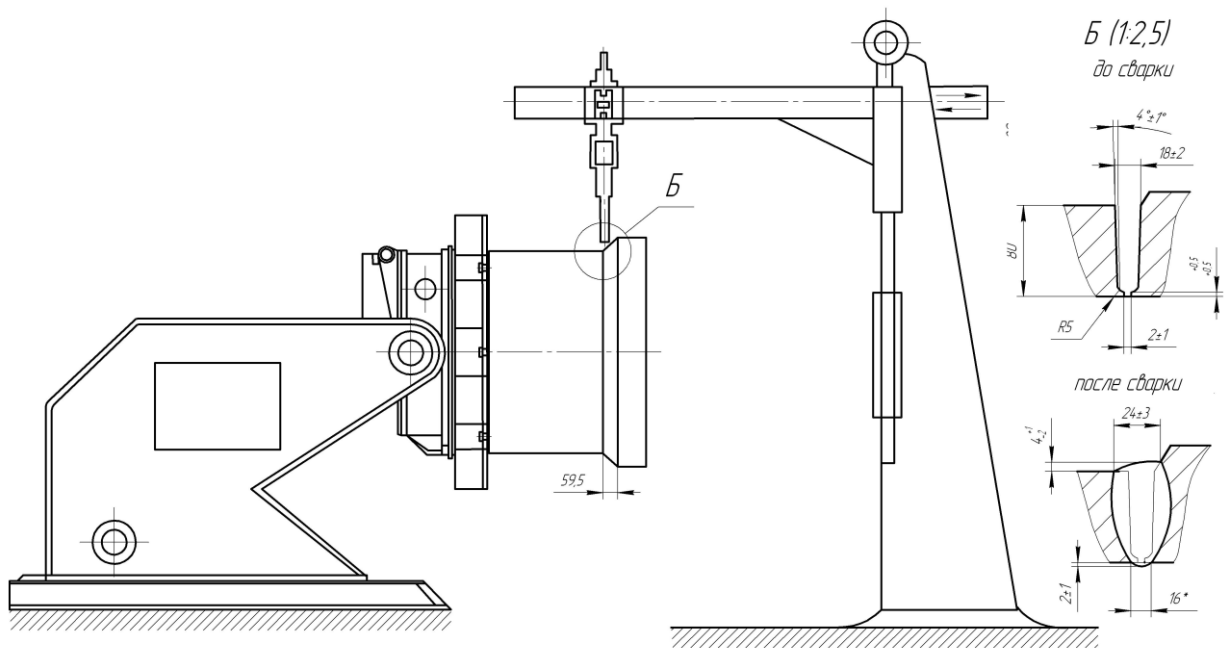


Рисунок 2.6 – Приварка кольца патрубка

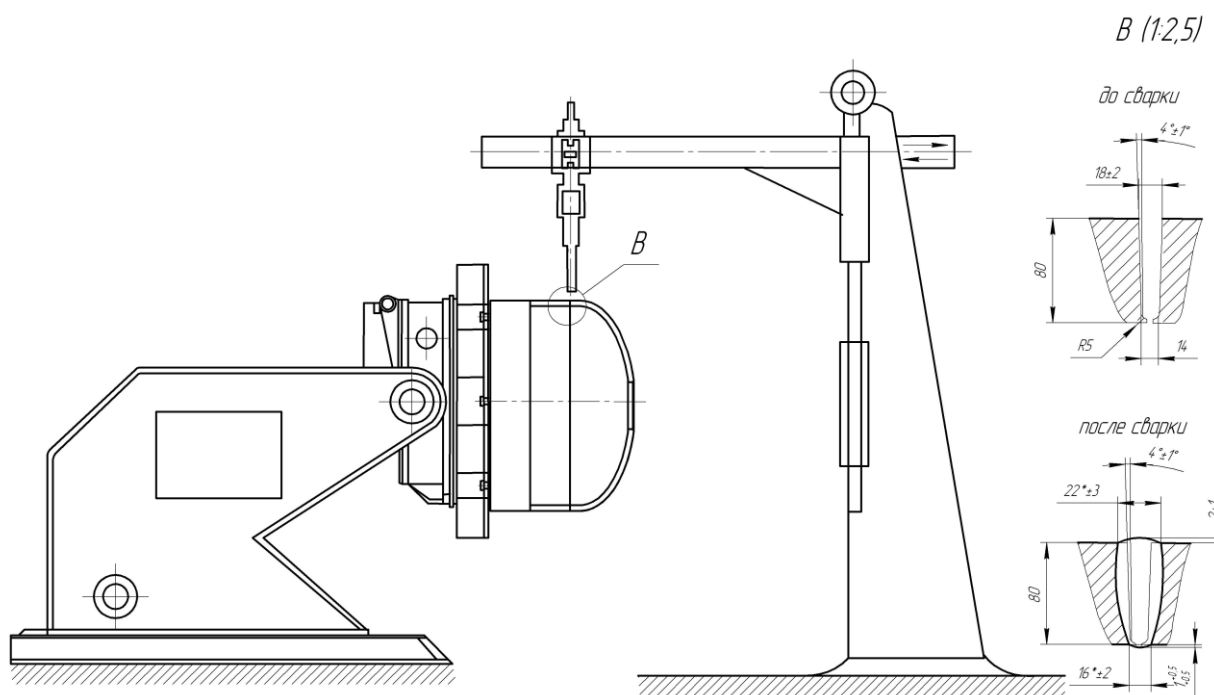


Рисунок 2.7 – Приварка днища

Операция приварки днища (см. рис. 2.7) выполняется с размещением детали на манипуляторе. Режим сварки [8]: сварочный ток $I_{св} = 500-600A$, напряжение $U = 30-36V$, скорость подачи проволоки $V_{пр} = 200m/ч$, скорость сварки $V_{св} = 25 m/ч$.

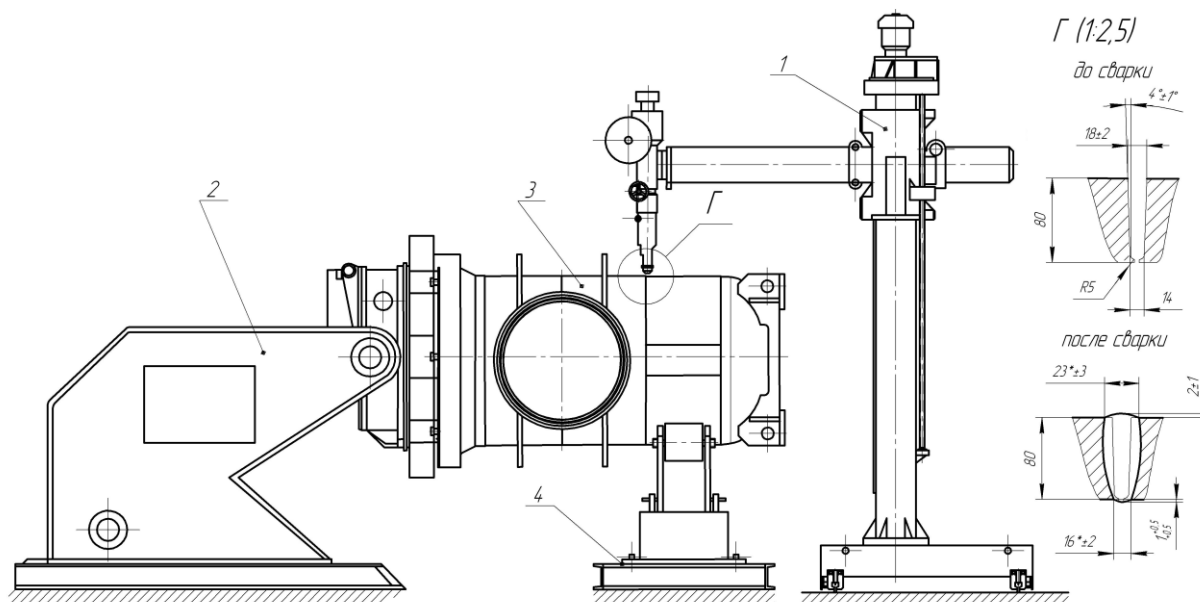


Рисунок 2.8 – Заключительный шов

Операция сварки верхней и нижней частей корпуса – заключительный шов (см. рис. 2.8) выполняется с размещением детали на манипуляторе с дополнительной вращающей роликоопорой. Режим сварки [8]: сварочный ток $I_{св} = 500-600\text{А}$, напряжение $U = 30-36\text{В}$, скорость подачи проволоки $V_{пр} = 200\text{м/ч}$, скорость сварки $V_{св} = 25\text{ м/ч}$.

Сварка в узкощелевую разделку - УЩР (угол раскрытия $3^\circ - 5^\circ$ на сторону) позволяет снизить себестоимость продукции за счет снижения расхода сварочных материалов, электроэнергии и трудоемкости работ, а также улучшить служебные свойства сварных соединений в связи с уменьшением количество вводимого наплавленного металла.

2.4 Проектирование контрольных операций

В настоящее время актуальным нормативным документом, устанавливающим правила сварки и контроля деталей трубопроводной арматуры, является СТ ЦКБА 025-2006 «Арматура трубопроводная. Сварка и контроль качества сварных соединений. Технические требования» разработанный Акционерным обществом «Научно-производственная фирма

«Центральное конструкторское бюро арматуростроения» (АО «НПФ «ЦКБА») и Научно-промышленной ассоциацией арматуростроителей (НПАА).

В соответствии с СТ ЦКБА 025-2006 контролю подвергают как сварной шов, так и зону прилегающего к нему основного металла (включая наплавку под сварку) на расстоянии не менее 20 мм от границы сплавления. Контроль производится по всей протяженности сварных соединений с двух сторон (в случае доступности). При визуальном контроле и измерении должны контролироваться:

- соответствие формы и размеров шва и наплавки кромок требованиям чертежа и техпроцессов;
- наличие поверхностных дефектов, превышающих нормы допустимых;
- качество подготовки поверхности швов, наплавки под сварку и околошовной зоны для проведения последующих контрольных операций;
- наличие и правильность маркировки или клеймения швов;
- основные размеры сварной сборки по техпроцессу.

Визуальный осмотр производится невооруженным глазом, а в сомнительных случаях - с помощью лупы (4 - 7)-кратного увеличения после тщательной очистки швов и поверхности наплавки от шлака и брызг.

Контроль размеров шва, неравномерность ширины и высоты усиления шва и возможных отклонений размеров и профиля наплавки под сварку должен производиться не менее чем в трех местах каждого шва.

При наличии утонения основного металла, получаемого в результате зачистки поверхностных дефектов, толщина в месте утонения не должна выходить за пределы номинального значения, при этом должен быть обеспечен плавный переход от утоненного места к соседним участкам.

Оценка качества сварных соединений и наплавленных кромок под сварку при визуальном контроле должна производиться в соответствии с

нормами.

Все недопустимые дефекты, обнаруженные при визуальном контроле, должны быть устранены до контроля другими методами.

Для рентгеновского контроля выбран аппарат рентгеновский импульсный наносекундный автономный АРИНА-9 (см. рис 2.9).



Рисунок 2.9 – Аппарат рентгеновский импульсный наносекундный автономный АРИНА-9

В соответствии с СТ ЦКБА 025-2006 для шиберной задвижки с толщиной стенки 80 мм определены параметры рентгеновского контроля.

Допускаемый наибольший размер включения 4 мм, скопления 6 мм. Допускаемое число включений и скоплений на любом участке сварного соединения длиной 100 мм 23 штуки, Допускаемая суммарная приведенная площадь включений и скоплений на любом участке сварного соединения длиной 100 мм 64 мм^2 .

Качество сварного соединения считается удовлетворительным, если не зафиксированы трещины и непровары, включения, вогнутость или превышение проплавления корня шва.

3 Разработка оборудования и оснастки для изготовления корпуса шиберной задвижки толщиной 80 мм

В связи с тем, годовая программа выпуска 1000 штук, экономически целесообразно применить автоматическую сварку, что по сравнению с механизированной сваркой обеспечит необходимую производительность.

Сварка выполняется в сварочном стенде, в состав которого входят:

- 1) Глагольная тележка ГТ-2 со специальной сварочной головкой в узкощелевую разделку в среде защитных газов А 300 TIG;
- 2) Роликоопоры с грузоподъемностью до 5 т.

Применение сварочного стенда позволяет уменьшить трудоемкость, расход материалов, условие труда рабочего и технолога.

Сварочный стенд имеет следующие преимущества:

- Стабильность процесса сварки, за счет применения Глагольной тележки ГТ-2 со специальной сварочной головкой для сварки в узкощелевую разделку толстых стен.
- обеспечение стабильности центрирования разделки кромок для удобного (в горизонтальной) положении сварки, за счет применения приводной роликоопоры.

3.1 Конструкция глагольной тележки ГТ2

Тележка предназначена для автоматической сварки швов диаметром 600-2000 мм.

Данная тележка является модификацией велосипедной тележки ВТ-1. Она отличается от велосипедной тележки тем, что платформа передвигается не по одному рельсу, а по двум (на трех бегунках).

Технические данные глагольной тележки приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Технические данные глагольной тележки

Вылет штанги от оси колонны до оси электрода, мм.	
максимальный	2000
минимальный	1100
Высота уровня сварки, мм.	
Максимальный	2800
минимальный	1000
Пределы бесступенчатого регулирования рабочей скорости перемещения тележки, м/ч	19-77
Скорость горизонтального перемещения штанги, м/мин	1
Скорость подъема и опускания штанги, м/мин	2
Габаритные размеры тележки, мм, и вес, кг	
длина	2540
ширина	2380
высота	4960
вес	2440

Тележка, показанная на рисунке 3.1, состоит из платформы, поворотной колонны и каретки с выдвижной штангой.

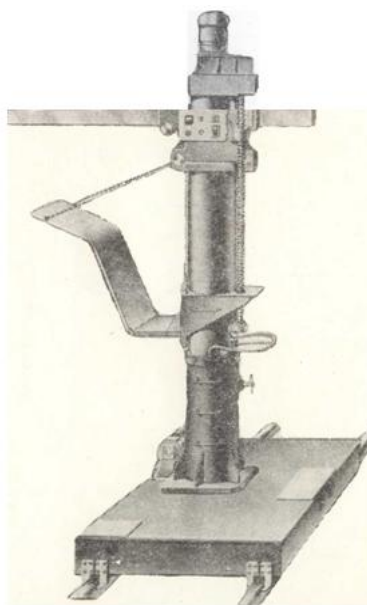


Рисунок 3.1 - Глагольная тележка ГТ-2

Благодаря отсутствию верхних опорных роликов и верхнего рельса вибрация от цеховых кранов не передается на тележку.

Тележка может обслуживать рабочие места, расположенные с обеих сторон рельсового пути.

3.2 Расчёт и проектирование вращающейся роlikоопоры

Вращающиеся роlikоопора предназначен для установки обечайки удобное положение сварки шва весом до 5 т и для диаметра от 1200 – 1500 мм. А также для вращения изделия с маршевой скоростью и установки их в удобное положение при сварке, сборке, отделке, контроле. Технические характеристики роlikоопоры приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Техническая характеристика роlikоопоры

Грузоподъемность, кг	60000
Рабочая скорость, м/год	8-130
Маршевая скорость, м/год	130
Диаметр ролика, мм	510
Габариты роlikоопоры, мм	800x900x1150
Вес приводной роlikоопоры, кг	1085
Вес холостой роlikоопоры, кг	840
Масса привода, кг	621

Наиболее нагруженным элементом роlikоопоры является опорный узел и в частности ось ролика, показанная на рисунке 3.2.

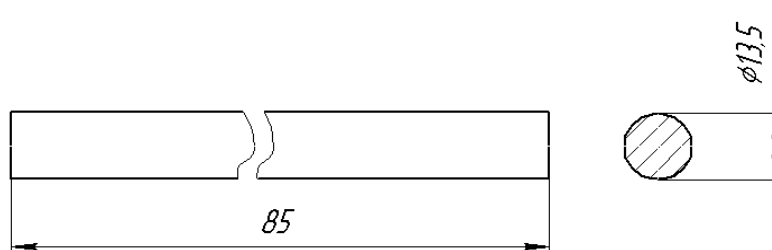


Рисунок 3.2 - Ось роlikоопоры

Условие прочности при срезе рассчитывается по формуле:

$$\tau_{cp} = \frac{P_{cp}}{F} \leq [\tau_{cp}] \quad (3.1)$$

Требуемая площадь сечения:

$$F = \frac{P_{cp}}{[\tau_{cp}]} \quad (3.2)$$

Поскольку ось имеет две плоскости среза, общая площадь равна:

$$F = 2 \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi D^2}{2} \quad (3.3)$$

Подставляя получаем:

$$\frac{\pi D^2}{2} = \frac{P_{cp}}{[\tau_{cp}]} \quad (3.4)$$

$$P_{cp} = \frac{P_{об}}{4} = \frac{50000}{4} = 12500H$$

$$D = \sqrt{\frac{2P_{cp}}{\pi[\tau_{cp}]}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 12500}{3.14 \cdot 60(H/mm^2)}} = 13,2 \text{ мм}$$

где, $[\tau_{cp}] = 60 \text{ МПа} = 60H/mm^2$ для стали 40 при симметрическом цикле напряжение;

Условие прочности при смятии пониженным катетом и давление на узлы шейки рассчитано с использованием схемы, показанной на рисунке 3.3.

$$P_{cp} = \frac{P_{об}}{4 \cdot 2} = \frac{50000}{8} = 6250 \text{ Н} \quad (3.5)$$

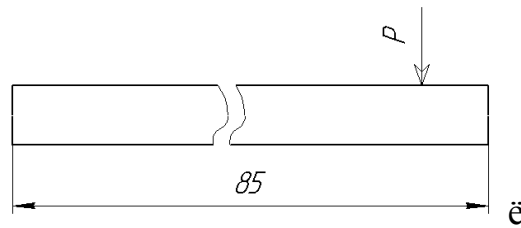


Рисунок 3.3 – Схема к расчету на условие прочности при смятии

Допускаемое катетное давление $[\tau_{cp}] = 13 \text{ МПа} = 13 \text{ Н/мм}^2$

Площадь опирания в соответствии со схемой, показанной на рисунке 3.4, равна:

$$F = \frac{P}{[q]} = \frac{6250}{7} = 892.8 \text{ мм}^2 \quad (3.6)$$

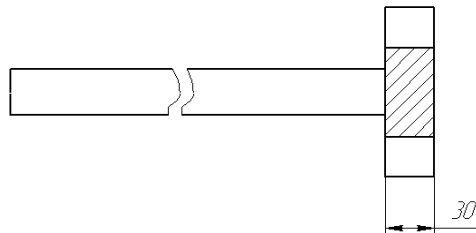


Рисунок 3.4 – Площадь опирания

Принимаем ширину шейки 60мм;

Площадь шейки равна $F = d \cdot b = 892,2 \text{ мм}^2$;

Расчетный диаметр вала равен: $d = \frac{892,8}{60} = 14,9 \text{ мм} = 15 \text{ мм}$

Принимаем $d = 20 \text{ мм}$.

4 Проектирование цеха для изготовления корпуса шиберной задвижки толщиной 80 мм

4.1 Исходные данные

Объект производства – Задвижка шиберная.

Годовая программа – 1000 шт.

Вес изделия – 18,86 т.

Режим работы – 2-х сменный.

Трудоемкость – 148,5 час.

Машина газовой резки - $T_{\Sigma C} = 6,5$ час.

Листогибочные вальцы - $T_{\Sigma C} = 4,5$ час.

Сборка - выпрямитель ВДМ-1001 - $T_{cb} = 41,5$ час.

Глагольная тележка - $T_{\Sigma C} = 22,5$ час.

Сварочная установка «Дойма» - $T_{\Sigma C} = 50$ час.

Полуавтомат А-1416 - $T_{\Sigma C} = 23,5$ час.

4.2 Расчет заготовительного участка

Определение потребного количества заготовительного оборудования

Расчетное количество заготовительного оборудования определяется по формуле:

$$O'_{заг} = \frac{T_{\Sigma C} \cdot N}{\Phi_o} \quad (4.1)$$

где $O'_{заг}$ - заготовительное оборудование;

$T_{\Sigma C}$ - суммарная трудоемкость, затрачиваемая на одно изделие;

N - годовая программа выпуска ($N = 1000$ шт);

Φ_o - действительный (расчетный) фонд работы оборудования ($\Phi_o = 3985$ час).

Определим количество машин газовой резки:

$$C'p = \frac{5,7 \cdot 1000}{3985 \cdot 0,75} = 1,33$$

Полученное расчетное значение $O'_{заг}$ округляем до ближайшего большего расчетного числа и определяем коэффициент загрузки:

$$K_з = \frac{O'_{заг}}{O_{заг}} = \frac{1,33}{2} = 0,66 \quad (4.2)$$

Данный коэффициент загрузки удовлетворяет требованиям, поэтому не вводим дополнительно коэффициент использования.

Определим количество листогибочных вальцов:

$$C'p = \frac{5,5 \cdot 1000}{3985 \cdot 0,75} = 1,3$$

Полученное расчетное значение $O'_{заг}$ округляем до ближайшего большего расчетного числа и определяем коэффициент загрузки:

$$K_з = \frac{O'_{заг}}{O_{заг}} = \frac{1,3}{3} = 0,65 \quad (4.3)$$

Данный коэффициент загрузки удовлетворяет требованиям, поэтому не вводим дополнительно коэффициент использования.

Сводная ведомость заготовительного оборудования представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Сводная ведомость заготовительного оборудования

Наименование и модель оборудования	$O'_{заг}$	$O_{заг}$	$O_{пр}$	$K_з$	K_u	Вес машины, т
Машина газовой резки	1,99	2	2	0,79	0,79	10
Листогибочные вальцы	1,95	2	2	0,7	0,7	10

Отделение по ремонту оборудования и технологической оснастки содержит количество станков, составляющее 2,5% от общего числа обслуживаемого оборудования (4 шт.)

$$O_{вс} = \frac{2,5 \cdot O_{осн}}{100} = \frac{2,5 \cdot 4}{100} \approx 0,1 = 1$$

(4.4)

где $O_{вс}$ - необходимое количество вспомогательного оборудования;

$O_{осн}$ - общее количество заготовительного оборудования.

Общее количество рабочих заготовительного участка составляет:

- а) производственные рабочие;
- б) вспомогательные рабочие;
- в) ИТР и служащие;
- г) уборщики производственных и бытовых помещений.

Количество рабочих заготовительного участка определяем исходя из принятого количества оборудования по формуле:

$$P = \frac{C_n \cdot \Phi_o \cdot K_з \cdot K_u}{\Phi_p \cdot K_m}, \quad (4.5)$$

где C_n - количество принятого производственного оборудования;
 Φ_o - действительный годовой фонд времени работы оборудования ($\Phi_o = 3985$ час);

$K_з$ - коэффициент загрузки оборудования;

K_u - коэффициент использования оборудования;

Φ_p - эффективный годовой фонд времени рабочих ($\Phi_p = 1787,8$ час);

K_m - коэффициент многостаночного обслуживания ($K_m = 1$);

$$K_з \cdot K_u = 0,75 .$$

Машина газовой резки:

$$P_{заг} = \frac{2 \cdot 3985 \cdot 0,75}{1787,8 \cdot 1} \approx 3,43 = 4 \text{ чел.}$$

Работает 2 рабочих в смену.

Листогибочные вальцы:

$$P_{заг} = \frac{2 \cdot 3985 \cdot 0,75}{1878,8 \cdot 1} \approx 3,34 = 4 \text{ чел.}$$

Работает 2 рабочих в первую смену и 2 рабочих - во вторую.

Общее число производственных рабочих заготовительного участка – 8 чел.

Количество вспомогательных рабочих от числа производственных рабочих для среднесерийного производства составляет 20-25%. Принимаем 25%.

$$P_{всп.заг.уч.} = \frac{8 \cdot 25}{100} \approx 2 \text{ чел.} \quad (4.6)$$

Производственная площадь для основного и вспомогательного оборудования рассчитывается по удельной площади ($S_{уд}$) одной машины.

$$S = S_{уд} \cdot Q_{пр} \quad (4.7)$$

где $S_{уд}$ – удельная площадь, приходящаяся на 1 станок;

$Q_{пр}$ – принятое количество оборудования.

Нормы удельной площади заготовительного оборудования на 1 машину весом до 10 тонн составляет: машина газовой резки - $S_{уд} = 60 \text{ м}^2$; пост ручной газокислородной резки - $S_{уд} = 6 \text{ м}^2$; листогибочные вальцы - $S_{уд} = 35 \text{ м}^2$.

Машина газовой резки - $S = 2 \cdot 60 = 120 \text{ м}^2$.

Листогибочные вальцы - $S = 2 \cdot 35 = 70 \text{ м}^2$.

Общая производственная площадь заготовительного участка

$$S_{заг} = 120 + 70 = 190 \text{ м}^2$$

4.3 Расчет сборочного участка

Количество станков необходимых для стационарной сборки, общей сборки годового количества машин определяется по годовой трудоемкости выполняемых на этих станках сборочных работ по формуле:

$$M'_{сб} = \frac{T_{сб} \cdot N_{сб}}{\Phi_{рм} \cdot П} \quad (4.8)$$

где $M'_{сб}$ - расчетное число сборочных мест;

$T_{сб}$ - общая трудоемкость сборочных операций изделия или сборочной единицы;

$N_{сб}$ - годовая программа выпуска ($N_{сб} = 1000$ шт);
 $\Phi_{рм}$ - фонд времени рабочего места ($\Phi_{рм} = 4080$ час в год);
 Π - плотность работы (среднее количество рабочих на одном месте $\Pi = 2$).

$$M'_{сб} = \frac{41.5 \cdot 700}{4080 \cdot 2} \approx 3.56 = 4$$

Отсюда следует, что коэффициент использования $K_u = 0,9$.
 Принимаем потребное количество сборочных станков – 4, тогда $K_z = 0,7$.

Количество станков в составе отделения по ремонту оборудования и технологической оснастки составляет 2,5% от общего числа обслуживаемого оборудования (4 шт.)

$$O_{вс} = \frac{2,5 \cdot O_{осн}}{100} = \frac{2,5 \cdot 4}{100} \approx 0,1 = 1, \quad (4.9)$$

где $O_{вс}$ - необходимое количество вспомогательного оборудования;

$O_{осн}$ - общее количество заготовительного оборудования.

Рабочий состав сборочного участка и определение его численности.

Общее количество рабочих составляет:

- а) производственные рабочие;
- б) вспомогательные рабочие;
- в) ИТР и служащие;
- г) уборщики производственных и бытовых помещений.

Количество рабочих сборочного участка определяем исходя из принятого количества оборудования по формуле (4.5).

Сборочные станды:

$$P_{сб} = \frac{4 \cdot 3985 \cdot 0,75}{1820 \cdot 1} \approx 6,57 = 7 \text{ чел.}$$

Работает 4 рабочих в первую смену и 3 рабочих – во вторую.

Количество вспомогательных рабочих от числа производственных рабочих для среднесерийного производства составляет 20-25%. Принимаем 25%.

$$P_{всп.сб.уч.} = \frac{7 \cdot 25}{100} \approx 1,75 = 2 \text{ чел}$$

Производственная площадь для сборочного оборудования.

Нормы удельной площади сборочного оборудования на 1 сборочный стенд весом до 10 тонн составляет - $S = 40 \text{ м}^2$.

$$\text{Сборочный стенд} - S = 4 \cdot 40 = 160 \text{ м}^2 .$$

4.4 Расчет сварочного участка

Расчетное количество сварочного оборудования определяется по формуле (4.1).

Определим количество полуавтоматов А-1197:

$$O'_{св} = \frac{23,5 \cdot 1000}{3985} \approx 4,12$$

Полученное расчетное значение $O'_{св}$ округляем до ближайшего большего расчетного числа и определяем коэффициент загрузки:

$$K_з = \frac{O'_{св}}{O_{св}} = \frac{4,12}{5} = 0,82$$

Данный коэффициент загрузки превышает допустимые значения. Поэтому в расчет вводим коэффициент использования K_u , учитывающий возможные наложенные потери. $K_u = 0,9$.

Тогда принятое количество машин O_{np} составит:

$$O_{np} = \frac{O_{св}}{K_u} = \frac{5}{0,9} = 5,5 \quad (4.10)$$

Принимаем $O_{np} = 6$ машин.

Следовательно, фактический коэффициент загрузки составит:

$$K_z = \frac{O'_{св}}{O_{np}} = \frac{4.12}{12} = 0.34 \quad (4.11)$$

Определим количество сварочных установок «Дойма»:

$$O'_{св} = \frac{50 \cdot 700}{3985} \approx 8.78$$

Полученное расчетное значение $O'_{св}$ округляем до ближайшего большего расчетного числа и определяем коэффициент загрузки:

$$K_z = \frac{O'_{св}}{O_{св}} = \frac{8.78}{9} = 0.9 \quad (4.12)$$

Данный коэффициент загрузки превышает допустимые значения. Поэтому в расчет вводим коэффициент использования K_u , учитывающий возможные наложенные потери. $K_u = 0,9$.

Тогда принятое количество установок Опр составит:

$$O_{np} = \frac{O_{св}}{K_u} = \frac{9}{0,9} = 10 \quad (4.13)$$

Принимаем Опр = 10 установок.

Следовательно, фактический коэффициент загрузки составит:

$$K_3 = \frac{O'_{св}}{O_{np}} = \frac{8,78}{10} = 0,87 \quad (4.14)$$

Определим количество стендов для сварки швов; глгальная тележка ГТ2:

$$O'_{св} = \frac{22,5 \cdot 1000}{3985} \approx 3,95$$

Полученное расчетное значение $O'_{св}$ округляем до ближайшего большего расчетного числа и определяем коэффициент загрузки:

$$K_3 = \frac{O'_{св}}{O_{св}} = \frac{3,95}{4} = 0,9 \quad (4.15)$$

Данный коэффициент загрузки превышает допустимые значения. Поэтому в расчет вводим коэффициент использования K_i , учитывающий возможные наложенные потери. $K_i = 0,9$.

Тогда принятое количество стендов Опр составит:

$$O_{np} = \frac{O_{св}}{K_u} = \frac{4}{0,9} = 4,4 \quad (4.16)$$

Принимаем $O_{np} = 5$ станда.

Следовательно, фактический коэффициент загрузки составит:

$$K_3 = \frac{O'_{св}}{O_{np}} = \frac{3,95}{5} = 0,79 \quad (4.17)$$

Сводная ведомость сварочного оборудования технологического процесса представлена в таблице 4.2

Таблица 4.2 - Сводная ведомость сварочного оборудования

Наименование и модель станка	$O'_{св}$	$O_{св}$	O_{np}	K_3	K_u	Вес машины, т
Полуавтомат А-1197	4,12	5	6	0,78	0,9	10
Свароч. установка «Дойма»	8,78	9	10	0,77	0,9	10
Стенд «Глагольная тележка ГТ2»	3,95	4	5	0,53	0,9	10

Количество станков отделения по ремонту оборудования и технологической оснастки составляет 2,5% от общего числа обслуживаемого оборудования (21 шт.)

$$O_{вс} = \frac{2,5 \cdot O_{осн}}{100} = \frac{2,5 \cdot 21}{100} \approx 0,65 = 1$$

Для ремонта основного оборудования требуется 3 станка. Для рационального использования имеющегося оборудования вводим единое помещение для ремонта технологической оснастки и основного технологического оборудования. Принимаем 1 токарный станок, 1 универсально-фрезерный и 1 вертикально-сверлильный.

Рабочий состав сварочного участка и определение его численности.

Общее количество рабочих составляет:

- а) производственные рабочие;
- б) вспомогательные рабочие;
- в) ИТР и служащие;
- г) уборщики производственных и бытовых помещений.

Количество рабочих сварочного участка определяем исходя из принятого количества оборудования по формуле (4.5).

Полуавтомат:

$$P_{св} = \frac{6 \cdot 3985 \cdot 0,75}{1787,8 \cdot 1} \approx 10,3 = 11 \text{ чел.}$$

Работает 6 рабочих в первую смену и 5 рабочих – во вторую смену.

Сварочная установка «Дойма»:

$$P_{св} = \frac{10 \cdot 3985 \cdot 0,75}{1787,8 \cdot 1} \approx 16,7 = 17 \text{ чел.}$$

Работает 9 рабочих в первую смену и 8 рабочих – во вторую.

Стенд для сварки швов А-1416:

$$P_{св} = \frac{5 \cdot 3985 \cdot 0,75}{1878,8 \cdot 1} \approx 8,35 = 9 \text{ чел.}$$

Работает 5 рабочих в первую смену и 4 рабочих – во вторую смену.

Общее число рабочих сварочного участка – 37 чел.

Количество вспомогательных рабочих от числа производственных рабочих для среднесерийного производства составляет 20-25%. Принимаем 25%.

$$P_{всп.св.уч.} = \frac{37 \cdot 25}{100} \approx 9,25 = 10 \text{ чел.}$$

Определение площади сварочного участка цеха

Производственная площадь для сварочного оборудования.

Нормы удельной площади сварочного оборудования на 1 машину весом до 10 тонн составляет: полуавтомат - $S = 25 \text{ м}^2$; сварочная установка «Дойма» - $S = 25 \text{ м}^2$; стенд для сварки швов А-1416 - $S = 25 \text{ м}^2$.

Полуавтомат А-1197 - $S = 6 \cdot 25 = 150 \text{ м}^2$.

Сварочная установка «Дойма» - $S = 10 \cdot 25 = 250 \text{ м}^2$.

Стенд для сварки швов - $S = 5 \cdot 25 = 125 \text{ м}^2$.

Общая производственная площадь сварочного участка - $S_{св} = 525 \text{ м}^2$.

4.5 Расчеты общей площади цеха, вспомогательных отделений и складских помещений

Площади вспомогательных отделений цеха определяют исходя из удельной площади на один станок $S_{уд}$.

Комната для ремонта оборудования и технологической оснастки ($S_{р.о}$)

$$S_{р.о} = O_{вс} \cdot S_{уд.р.о} = 3 \cdot 25 = 75 \text{ м}^2 , \quad (4.18)$$

где $O_{вс}$ – количество станков отделения ремонта оборудования и технологической оснастки;

$S_{уд.р.о}$ – удельная площадь на 1 станок отделения ремонта оборудования и технологической оснастки.

Верстак - $S_{в} = 85 \text{ м}^2$ - 2 чел.

Комната для подготовки сварочных материалов: $S_{c.m.} = 50m^2$ - 2 чел.

Лаборатория - $S_l = 100m^2$ - 4 чел.

Печь для снятия внутренних напряжений - $S_n = 45m^2$ - 2 чел.

Общая площадь вспомогательных отделений цеха - $S_{всп} = 355m^2$.

Общее число вспомогательных рабочих - $P_{всп} = 10$ чел.

Определение площади для цехового склада материалов и заготовок, готовых изделий.

Площадь склада определяем, исходя из необходимости хранения определенного количества запаса металла, заготовок, полуфабрикатов или деталей.

Масса одного корпуса задвижки $m = 20t$.

$$S = \frac{m \cdot T \cdot N}{D \cdot q \cdot K_u} \quad (4.19)$$

где m - масса;

T - нормативный запас хранения на складе ($T = 7$ дн);

D - число календарных дней в году ($D = 365$ дн);

q - средняя грузонапряженность площади склада ($q = 2t/m^2$);

K_u - коэффициент использования площади, учитывающий наличие проходов или площадок приема, комплектации и выдачи ($K_u = 0,35$).

$$S_{скл} = \frac{20 \cdot 7 \cdot 700}{365 \cdot 2 \cdot 0,35} = 384m^2$$

Общая производственная площадь цеха равна:

$$S_{ц} = S_{заг} + S_{сб} + S_{св} + S_{скл} + S_{всп} = 190 + 160 + 525 + 384 + 355 = 1614 \text{ м}^2 \quad (4.20)$$

Проектирование помещений для административно-управленческого персонала и обслуживающих помещений для рабочих

В связи с разделением бытовых помещений необходимо принимать, что численность женщин составляет 20% от общей численности цеха.

Площадь для административно-управленческого персонала:

$$S_{ауп} = 15 + 8 + 8 + 4 + 16 + 10 + 10 + 9 + 4 + 6 + 6 = 96 \text{ м}^2 \quad (4.21)$$

4.6 Компонентно-планировочное решение цеха

Размеры заготовительного, сборочного и сварочного участков цеха определим на основании удельной площади, рассчитанной выше. Ширину пролета следует определять исходя из габаритных размеров оборудования и количества их рядов в пролете с учетом проходов, проездов, расстояния между колоннами здания и технологическим оборудованием, а также мест складирования деталей. Условно принимаем ширину пролета цеха 24 м. Пролеты здания должны быть стандартными.

Принимаем количество пролетов механического участка – 1. Тогда длина пролета цеха составит:

$$L = \frac{S}{\ell} = \frac{1614}{24} = 67,25 \text{ м} ; \quad (4.22)$$

где ℓ - ширина пролета, м;

С учетом кратности шага колонн и центрального проезда длина сварочного участка составит:

$$L = [t \cdot (n - 1)] + 4 = 6 \cdot (13 - 1) + 6 = 66 \text{ м} , \quad (4.23)$$

где t – шаг колонн;

n – количество колонн;

4 – ширина центрального проезда.

План расположения производственных участков и вспомогательных служб цеха начинаем с изображения сетки продольных и поперечных разбивочных осей (сетки колонн). Продольные разбивочные оси, образующие пролеты здания, обозначаем прописными буквами русского алфавита, а поперечные арабскими цифрами. Расстояние между колоннами (шаг колонн) устанавливаем из стандартного ряда – 6000 мм.

Располагаем компоновку площадей заготовительного, сборочного и сварочного участков и вспомогательных служб, бытовые помещения и инженерные службы цеха, с учетом проходов и проездов.

Грузоподъемность мостовых кранов определяем на основании максимального веса транспортируемых грузов с учетом веса деталей при ремонте и модернизации составных частей технологического оборудования.

Выбираем мостовой кран грузоподъемностью 20 тонн.

Высоту пролета определяем по схеме исходя из максимальной высоты оборудования, но не менее 2,3 м – h_1 минимального расстояния между оборудованием и перемещаемым грузом – h_2 , высоты транспортируемого груза – h_3 , мостового крана – h_4 . Суммарная величина этих показателей определяет высоту – H_1 , которая характеризует высоту от пола до головки сварочной колонны ($h_1 = 3000$ мм; принимаем $h_2 = 700$ мм; $h_3 = 8121$ мм; $h_4 = 700$ мм)

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 3000 + 700 + 8121 + 700 = 12521 \text{ мм} \quad (4.24)$$

Подбираем стандартную величину $H_1 = 6,95$ мм – наиболее близкую к расчетной, а затем и высоту цеха до нижнего пояса ферм $H = 12,6$ м.

Административно-управленческие и бытовые помещения располагаем в отдельном двухэтажном здании, которое связано с производственным корпусом галереей.

На основании произведенных расчетов и принятых технических решений принимаем компоновочно-планировочную схему цеха. На ней располагаем в масштабе производственные участки, складские помещения и другие отделения цеха с грузопотоком, а также поперечный разрез цеха с высотными размерами.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

При разработке раздела использованы рекомендации учебной и учебно-методической литературы [15 - 24].

5.1 Технологическая характеристика объекта

Технологический паспорт объекта приведен в таблице 5.1

Таблица 5.1 - Технологический паспорт объекта

Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
1 Газовая резка	Газорезчик	Машина газокислородной резки Microstep серии CombiCut	ацетилен
2 Гибка и вальцовка	Гибщик, вальцовщик	Машина газовой резки, Листогибочные вальцы	Пропан (для подогрева заготовок)
3 Сборка и прихватка	Слесарь-сборщик	Сборочный стенд	Сварочная проволока
4 Сварка	Электросварщик на автоматических машинах	Сварочный стенд	Сварочная проволока
5 Контроль качества	Дефектоскопист рентгенографирования	Арина-9	Радиографическая пленка, Лупы, УШС 3, линейки измерительные металлические

Проектируемый цех представляет собой одноэтажное здание, состоящее из заготовительного, сварочного и сборочного участков, находящихся в одном пролете здания. В целом цех имеет размеры: 66×24×12.6 м. Общая производственная площадь участка составляет 1614 м².

При планировании требований и размещения здания на территории существующего предприятия должны быть следующие важные факторы:

- построение розы ветров и размер санитарно-защитной зоны;
- выбор площадки для промышленного предприятия;
- размеры противопожарных и санитарных разрывов между зданиями и сооружениями;
- проезды, выезды в цех, а также другие дороги, устраиваемые по производственной необходимости;
- ограждение территории, размещение мест въезда и выезда, а также входа и выхода рабочих на производственную территорию;
- элементы благоустройства территории и озеленение.

Также необходимо руководствоваться требованиями СНиП II-89-80 «Генеральные планы промышленных предприятий».

Согласно классификации производств по пожарной опасности цех относится к категории Г (пожароопасные производства). Поэтому в соответствии с требованиями СНиП РК-2.02-01-2001 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» цех оснащен огнестойкой крышей, выполненной из железобетонных плит, и несгораемыми стенами.

На расстоянии 1000 м от цеха размещено пожарное депо; сигнал депо получает с помощью любого телефона на территории цеха, либо во время срабатывания автоматической пожарной сигнализации. Пожарные извещатели должны размещаться согласно в СНиП 2.04.09. Также имеются первичные средства пожаротушения в соответствии с ППБ РК 08-97.

Колодцы с гидрантами необходимо содержать в чистоте, люки колодцев должны быть закрыты крышками, зимой колодцы гидрантов необходимо утеплять и очищать от снега и льда.

Санитарные разрывы между ближайшими окружающими зданиями установлены 15 м, т.к. присутствуют малозначительные вредные выделения в пространство. Здание располагается на расстоянии 30 м от зданий с вредным производством. Расстояние от административно-бытового здания до газгольдеров устанавливаем 150 м.

Согласно санитарным нормам проектирования промышленных предприятий СН 1.01.001-94 цех относится к предприятиям V класса, т.к. является металлообрабатывающим предприятием без применения в производстве литейных участков и ртути. В связи с этим санитарно-техническая зона цеха имеет ширину 50 м, она озеленена и благоустроена.

На внутризаводских магистральных проездах, вдоль ограды предприятия, в районе размещения административно-бытового корпуса имеются зеленые насаждения, препятствующие распространению шума и загрязнению воздуха. Общая площадь насаждений составляет около 15% производственной территории. На свободной от застройки части территории предусмотрены места отдыха для рабочих и служащих предприятия.

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 5.2 - Идентификация профессиональных рисков

Вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	2	3
1 Газовая резка	- поступление в воздух рабочей зоны сварочных аэрозолей (СА), содержащих токсические вещества	Машина газокислородной резки Microstep серии CombiCut

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> -ультрафиолетовое излучение - инфракрасное излучение - повышенная температура поверхностей оборудования материала 	
<p>2 Гибка и вальцовка</p>	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки инструмента и оборудования - заусенцы на поверхности заготовки - горячие поверхности (деталей, заготовок), - разрушающиеся конструкции 	<p>Машина газовой резки, Листогибочные вальцы</p>
<p>3 Сборка и прихватка</p>	<ul style="list-style-type: none"> -острые кромки инструмента и оборудования - движущиеся машины и механизмы, Подвижные элементы оборудования - заусенцы на поверхности заготовки - горячие поверхности (деталей, заготовок), - разрушающиеся конструкции - передвигающиеся изделия, детали, заготовки, материалы 	<p>Сборочный стенд</p>
<p>4 Сварка</p>	<ul style="list-style-type: none"> - повышенное напряжение в электросети или металлических конструкциях оборудования - поступление в воздух рабочей зоны сварочных аэрозолей (СА), содержащих токсические вещества - ультрафиолетовое излучение - инфракрасное излучение - повышенная температура поверхностей оборудования материала 	<p>Сварочный стенд</p>
<p>5 Контроль качества</p>	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования 	<p>Арина 9 - импульсный рентгеновский аппарат</p>

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 5.3 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1 Острые кромки инструмента и оборудования, заусенцы на поверхности заготовки, горячие поверхности (деталей, заготовок), разрушающиеся конструкции	Инструктаж по технике безопасности	Перчатки, спецодежда
2 Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Предостерегающие надписи, соответствующая окраска, ограждения	
3 Повышенная температура поверхностей оборудования материала	Инструктаж по технике безопасности	Перчатки, спецодежда
4 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	Заземление электрических машин. Периодический контроль изоляции	
5 Повышенный уровень ультрафиолетового излучения	Экранирование места сварки щитами	Спецодежда, маска сварщика
6 Повышенный уровень инфракрасного излучения	Экранирование места сварки щитами	Спецодежда, маска сварщика

5.4 Обеспечение пожарной безопасности

Таблица 5.4 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок подразделения	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок сварки	Сварочный стенд	пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е)	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дым	вынос (замыкание) высокого электронапряжения на токопроводящие части тех. установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей при пожар

Таблица 5.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Огнетушитель ОУ - 1, ящики с песком, кошма	Пожарные автомобили и (вызываются)	-	-	Краны пожарные, напорные пожарные рукава	План эвакуации	Топор, лопата, багор	Телефон в помещении и начальника участка

Таблица 5.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Автоматическая сварка в CO ₂	обучение рабочих и служащих правилам пожарной безопасности, применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности, проведение учений с производственным персоналом по поводу пожарной безопасности	На участке необходимо иметь первичные средства Пожаротушения в достаточном количестве, Должны быть индивидуальные средства защиты и предусмотрена местная вентиляция.

5.5 Обеспечение экологической безопасности технологического объекта

Таблица 5.7 - Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технологического процесса	Структурные составляющие технологического процесса	Воздействие технического объекта на атмосферу	Воздействие технического объекта на гидросферу	Воздействие технического объекта на литосферу
Автоматическая сварка с CO ₂	Подготовка, сборка, сварка	Вредные газообразные вещества от сварки		металлолом, упаковка от проволоки; преимущественно стальной; бытовые отходы, отработанные масла

Таблица 5.8 - Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Сварка корпуса задвижки
Мероприятия по снижению негативного антропогенных воздействий	Установка контейнеров для селективного сбора бытовых производственных отходов, отдельный контейнер для металлолома, соответствующие надписи на них. Провести инструктаж среди производственного персонала, как правильно складывать в контейнер мусор, отходы. Сбор отработанных масел для последующей переработки.

6 Экономическая эффективность работы

6.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов

В базовом варианте сварочные операции выполняются автоматической сваркой с V-образным раскроем кромок. В проекте предлагается автоматическая сварка в узкощелевую разделку специальной сварочной головкой АСУР-1251. Вместо обычной V образной разделки кромок применяется узкощелевая разделка U-образная. Отличительные особенности сравниваемых вариантов представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Базовый вариант	Проектный вариант
Автоматическая сварка с V-образной разделкой кромок	Автоматическая сварка с U-образной узкощелевой разделкой кромок. Повышение производительности сварочных работ за счет уменьшения сечения сварочного шва. Повышение производительности заготовительных операций за счет уменьшения объема удаляемого материала при разделке кромок. Снижение расхода электродного материала.

К основным составляющим экономического эффекта относятся:

- снижение времени заготовительных операций за счет уменьшенного объема удаляемого металла при разделке кромок;
- снижение времени сварочных операций за счет меньшего объема швов и за счет применения высокопроизводительного сварочного оборудования и оснастки для сварки в узкощелевой разделке;
- уменьшение количества электродного материала за счет перехода от V образной разделки кромок к узкощелевой U – образной разделке.

Для того чтобы провести полноценную экономическую оценку эффективности необходимо знать исходные данные, приведенные в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Исходные данные к расчету

Показатель	Обозначение	Единица измерения.	Варианты	
			База	Проект
1 Годовая программа выпуска	Пг	шт	1000	1000
2 Вес изделия	мд	т	20	20
3 Стоимость сварочной проволоки	Цэ	руб/кг	120	120
4 Стоимость газа защитной среды	Цзг	руб./л.	10	10
5 Стоимость оборудования	Ц _{об}	млн. руб	55	61
6 Амортизационные нормы	Н _а	%	18	18
7 Коэффициент, учитывающий затраты на монтаж сварочного оборудования	К _{монт}	%	2	2
8 Коэффициент цеховых расходов	К _{цех}	%	250	250
9 Коэффициент заводских расходов	К _{зав}	%	215	215
10 Нормативный коэффициент экономической эффективности дополнительных вложений	Е _н	—	0,33	0,33

6.2 Расчет себестоимости

Штучное время рассчитывается по формуле

$$t_{шт} = t_0 + t_в \quad (6.1)$$

где t_0 основное технологическое время выполнения операции производственного цикла; $t_в$ - вспомогательное время (время закрепления деталей в приспособлении, снятие шлака со шва и освобождение готового узла из приспособления).

Основное технологические время рассчитано при проектировании операций и результаты представлены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Основное технологическое время операций

Показатель	Обозначение	Единица измерения.	Варианты	
			База	Проект
1 Время газорезательных операций	-	ч	4	4
2 Время гибки	-	ч	1,5	1,5
3 Время обработки кромок (разделки)	-	ч	6	4
4 Общее время заготовительных операций	-	ч	11,5	9,5
5 Время сварочных операций	-	ч	55	30,5
6 Основное технологическое время изготовления детали	t_0	ч	66,5	40

При серийном типе производства вспомогательное время может быть определено как доля от основного технологического времени 0,2.

Штучное время по базовому варианту составляет

$$t_{штб} = 66,5 + 66,5 * 0,2 = 79,8 \text{ ч}$$

Штучное время по проектному варианту составляет

$$t_{штпр} = 40 + 40 * 0,2 = 48 \text{ ч}$$

Расходы на заработную плату рассчитываются по формуле

$$ЗПЛ_{осн} = C_{ч} * t_{шт} * k_{зпл} \quad (6.2)$$

где $C_{ч}$ – часовая тарифная ставка, 100 руб./час;

$k_{зпл}$ – коэффициент дополнительных начислений на фонд заработной платы, рассчитываемый по формуле:

$$k_{зпл} = k_{пр} * k_{вн} * k_{у} * k_{нф} * k_{н} \quad (6.3)$$

где $k_{np} = 1,25$ – коэффициент премиальных доплат;

$k_{вн} = 1,1$ – коэффициент доплат за норму выработки;

$k_y = 1,1$ – коэффициент за вредные и опасные условия труда;

$k_{нф} = 1,067$ – коэффициент за профессионализм;

$k_n = 1,133$ – коэффициент за работу во внеурочное время

В целом для обоих сравниваемых вариантов

$$k_{зпл} = 1,25 * 1,1 * 1,1 * 1,067 * 1,133 = 1,83$$

Расходы на основную Заработную Плату составляют:

по базовому варианту $Z_{плб} = 100 * 79,8 * 1,83 = 14603$ руб.

по проектному варианту $Z_{плпр} = 100 * 48 * 1,83 = 8784$ руб.

Размер отчислений работодателя с заработной платы 30%, соответственно расходы на работодателя на заработную плату составляют:

по базовому варианту $R_{зплб} = 14603 * 1,3 = 18984$ руб.

по проектному варианту $R_{зплпр} = 8784 * 1,3 = 11419$ руб.

Расходы на материалы складываются из расходов на основной материал, расходов на сварочные материалы и расходов на вспомогательные материалы. При весе изделия 2 т и цене материала 09Г2С (горячекатаный лист толщиной 80мм) 60 000руб/т расходы на основной материал составляют $R_{ом} = 120 000$ руб. по обоим сравниваемым вариантам.

Расходы сварочного материала по сравниваемым вариантам рассчитан при проектировании технологических операций и приведен в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Расход сварочного материала

Показатель	Обозначение	Единица измерения.	Варианты	
			База	Проект
Общий расход электродной проволоки	-	кг	200	131

При цене сварочной проволоки 120 руб/кг (согласно таблицы 6.2), расходы на сварочные материалы составляют:

По базовому варианту $R_{смб} = 200 * 120 = 24000$ руб

По проектному варианту $R_{смпр} = 131 * 120 = 15720$ руб

Защитный газ не участвует непосредственно в формировании материала сварочного шва, следовательно, относится к вспомогательным материалам. Расход защитного газа согласно таблице 2.6 при сварочном токе 220-240А составляет 15л/мин. Учитывая основное технологическое время сварочных операций, приведенное в таблице 6.3, расход защитного газа для базового варианта составит $55 * 15 = 825$ л, для проектного варианта $30,5 * 15 = 457$ л.

С учетом цены защитного газа (см. таблицу 3.2) расходы на вспомогательные материалы составляют:

по базовому варианту $R_{вмб} = 825 * 10 = 8250$ руб.

по проектному варианту $R_{вмпр} = 457 * 10 = 4570$ руб.

В целом расходы на материалы по сравниваемым вариантам составляют

по базовому варианту $R_{мб} = 8250 + 24000 + 120000 = 142250$ руб.

по проектному варианту $R_{мпр} = 4570 + 15720 + 120000 = 130290$ руб.

Стоимость используемого оборудования в себестоимости учитывается через годовую норму амортизации. Согласно таблице 6.2 стоимость оборудования для базового варианта составляет 55 млн. руб, для проектного 61 млн. руб. при годовой амортизации 18%.

Амортизационные расходы на оборудование в себестоимости изделия составляют:

по базовому варианту $R_{аоб} = 55000000 * 0,18 / 1000 = 9900$ руб.

по проектному варианту $R_{аопр} = 61000000 * 0,18 / 1000 = 10980$ руб.

Себестоимость как сумма расходов на заработную плату, материалы и оборудование составляет

по базовому варианту $Cб = 18984 + 142250 + 9900 = 171134$ руб.

по проектному варианту $Cпр = 11419 + 130290 + 10980 = 152689$ руб.

С учетом цеховых накладных расходов $K_{цех} = 250\%$ (см. таблицу 6.2)

цеховая себестоимость изделия составляет:

по базовому варианту $C_{цехб} = 171134 * 2,5 = 427835$ руб.

по проектному варианту $C_{цехпр} = 152689 * 2,5 = 381722$ руб.

С учетом заводских накладных расходов $K_{зав} = 215\%$ (см. таблицу 6.2)

заводская полная себестоимость изделия составляет:

по базовому варианту $C_{завб} = 427835 * 2,15 = 919845$ руб.

по проектному варианту $C_{завпр} = 381722 * 2,15 = 820702$ руб.

Абсолютное снижение себестоимости составляет 99143 руб.

6.3 Расчет капитальных вложений

Расчет капитальных вложений производится как сумма прямых и сопутствующих капитальных вложений по формуле

$$K_{общ} = K_{пр} + K_{соп} \quad (6.4)$$

где: $K_{пр}$ – капитальные вложения в основные фонды, руб.;

$K_{соп}$ – капвложения в сопутствующее оборудование, руб.

Прямые капитальные вложения рассчитываются исходя из суммарной стоимости оборудования и коэффициента загрузки по формуле

$$K_{пр} = \sum C_{об} * k_з \quad (6.5)$$

где $\sum C_{об}$ – суммарная стоимость технологического оборудования, руб.;

$k_з$ – коэффициент повременной загрузки оборудования

Принимаем $k_3 = 1,0$, исходя из того, что оборудование специализированное.

Прямые капитальные вложения составляют:

по базовому варианту $K_{прб} = 55000000 * 1 = 55000000$ руб.

по проектному варианту $K_{прпр} = 61000000 * 1 = 61000000$ руб.

Сопутствующие капитальные вложения рассчитываются как сумма вложений в монтаж, демонтаж и площадь:

$$K_{con} = K_{монт} + K_{дем} \quad (6.6)$$

Сопутствующие капитальные вложения рассчитываются по обоим вариантам, поскольку в проекте рассматривается задача расширения производства.

Капитальные вложения в монтаж оборудования рассчитываются относительно суммарной цены оборудования с использованием коэффициента $k_{монт} = 0,02$ и составляют:

по базовому варианту $K_{монтб} = 55000000 * 0,02 = 1100000$ руб.

по проектному варианту $K_{монтпр} = 61000000 * 0,02 = 1\ 220\ 000$ руб.

Проект направлен на расширение производства и не связан с демонтажем существующего оборудования, поэтому принимаем $K_{дем} = 0$ по обоим вариантам.

Капитальные вложения по сравниваемым вариантам составляют:

по базовому варианту $K_{б} = 55000000 + 1100000 = 56\ 100\ 000$ руб.

по проектному варианту $K_{пр} = 61000000 + 1220000 = 62\ 220\ 000$ руб.

Удельные капитальные вложения с учетом годовой программы 1000шт составляют: по базовому варианту 56 100 руб., по проектному варианту 62 220 руб.

6.3 Расчет экономической эффективности

Рассчитаем возможную ожидаемую прибыль или условно-годовую экономию от снижения себестоимости

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{у.г.} = \left(C_{полн.}^{баз} - C_{полн.}^{проект} \right) \cdot N_{пр} \quad (6.7)$$

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{у.г.} = (919845 - 820702) \cdot 1000 = 99143000 \text{ руб.}$$

Произведем расчет годового экономического эффекта:

$$\mathcal{E}_2 = \left[\left(C_{полн}^{баз} + E_n \cdot K_{уд}^{баз} \right) - \left(C_{полн}^{проект} + E_n \cdot K_{уд}^{проект} \right) \right] \cdot N_{пр} \quad (6.8)$$

$$\mathcal{E}_2 = \left[(919845 + 0,33 \cdot 56100) - (820702 + 0,33 \cdot 62220) \right] \cdot 1000 = 97123400 \text{ руб}$$

где $C_{полн}^{баз}$ и $C_{полн}^{проект}$ – полная себестоимость операции (базовая и проектная), т.е. до и после внедрения нового оборудования, руб.

$$E_n = 0,33.$$

Срок окупаемости капитальных вложений (лет) рассчитывается в том случае, если выполняется неравенство: $K_{уд}^{баз} < K_{уд}^{проект}$.

$$T_{ок} = \frac{K_{общ}}{Pr_{ож}} \quad (6.9)$$

$$T_{ок} = \frac{56100000}{97123400} = 0.58 \text{ года}$$

Расчетный срок окупаемости округляем до ближайшего большего числа и получаем принятый срок окупаемости, который в дальнейшем будем рассматривать как горизонт расчета. Принимаем $T_{ок} = 0,6$ года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были достигнуты следующие результаты:

- разработан технологический процесс изготовления корпуса шиберной задвижки толщиной 80 мм, основанный на современной технологии узкощелевой разделки;
- проведен выбор технологического оборудования и спроектирована оснастка;
- выполнено проектирование цеха для изготовления шиберной задвижки.

В работе выполнен анализ безопасности и экологичности предлагаемого проекта.

По результатам проведенного расчета экономических показателей проекта, выполнено в сравнении с базовым вариантом, предусматривающим V-образную разделку, установлено, предлагаемые технологические решения позволяют получить экономический эффект 97 млн. рублей за счет снижения трудоемкости и экономии материалов.

Цель работы – повышение производительности сварки корпуса для шиберной задвижки толщиной 80 мм – достигнута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Обзор рынка трубопроводной арматуры для нефтегазовой отрасли РФ [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.atconsult.ru/tpaog.html>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 13.05.2019).
2. Применение и конструктивные особенности задвижки шиберного типа [Электронный ресурс]. – <https://infotruby.ru/armatura/shibernaya-zadvizhka>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 18.05.2019).
3. Ельцов, В.В. Технология сварки плавлением : электронное учебное пособие / В.В. Ельцов. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2019. – 1 оптический диск.
4. Сварочные электроды – классификация, виды, типы электродов. Сварка в защитных газах. Автоматическая сварка под флюсом [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.svarkainfo.ru/rus/technology>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 20.05.2019).
5. Дуговая сварка в защитных газах [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.autowelding.ru/index/0-36>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 13.05.2019).
6. Сварка в камере с контролируемой атмосферой [Электронный ресурс]. – URL : <http://filebar.kg/main/25-dugovaya-svarka-v-kamerah-s-kontroliruemoy-atmosferoy.html>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 23.05.2019).
7. Сварочное оборудование. Сварочные материалы [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.autowelding.ru>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 25.05.2019).
8. Сварка. Резка. Контроль: Справочник. Т.1 [Электронный ресурс]. – URL : <http://booktech.ru/books/svarka/475-svarka-rezka-kontrol-spravochnik-t1-2004-np-aleshin.html>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 28.05.2019).

9. Установки для сварки в контролируемой среде [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.tesar.ru/production/cuting/USK-904/>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 26.05.2019).

10. Сварочное оборудование и электроды. Классификация сварки плавлением [Электронный ресурс]. – URL : http://tehnolog-svarka.ru/klassifikaciya_svarki_pl, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 10.05.2019).

11. Машины газокислородной резки Microstep серии CombiCut [Электронный ресурс]. – URL : <https://weber.ru/device/mashini-termicheskoy-rezki/81/>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 3.06.2019).

12. Ковтунов, А.И. Проектирование сварочных цехов : практикум / А.И. Ковтунов, Д.И. Плахотный. – Тольятти : Изд-во ТГУ , 2015. – 1 оптический диск.

13. Кулагина, М.А. Основы технологического проектирования сборочно-сварочных цехов / М.А. Кулагина, Н.А. Киселева. – М. : Книга по Требованию, 2014. – 216 с.

14. Лучкин, Р.С. Проектирование сварных конструкций : электрон. учеб.-метод. пособие / Р.С. Лучкин. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2017. – 1 оптический диск.

15. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018. – 1 оптический диск.

16. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учеб. для студентов вузов / В.О. Евсеев [и др.] ; под ред. Е.И. Холостовой, О.Г. Прохоровой. – М. : Дашков и К°, 2014. – 456 с. – (Учебные издания для бакалавров).

17. Ветошкин, А.Г. Основы процессов инженерной экологии [Электронный ресурс]: теория, примеры, задачи : учеб. пособие / А.Г. Ветошкин. – СПб. : Лань, 2014. – 512 с. – (Учебники для ву-зов. Специальная литература).
18. Гордиенко, В.А. Экология: базовый курс для студентов небиологических специальностей : учеб. пособие для вузов / В.А. Гордиенко, К.В. Показеев, М.В. Старкова. – СПб. : Лань, 2014. – 633 с.
19. Горина, Л.Н. Промышленная безопасность и производственный контроль [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина, Т.Ю. Фрезе. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 271 с.
20. Собурь, С.В. Установки пожаротушения автоматические [Электронный ресурс] : учеб.-справ. пособие / С.В. Собурь. – 8-е изд., с изм. – М. : ПожКнига, 2014. – 320 с. – (Пожарная безопасность предприятия).
21. Собурь, С.В. Краткий курс пожарно-технического минимума [Электронный ресурс] : учеб.-справ. пособие / С.В. Собурь. – 8-е изд., с изм. – М. : ПожКнига, 2014. – 256 с.
22. Собурь, С.В. Пожарная безопасность предприятия [Электронный ресурс]: курс пожарно-технического минимума : учеб.-справ. пособие / С.В. Собурь. – 15-е изд., с изм. – М. : ПожКнига, 2014. – 480 с.
23. Собурь, С.В. Огнезащита материалов и конструкций [Электронный ресурс] : учеб.-справ. пособие / С.В. Собурь. – М. : ПожКнига, 2014. – 256 с. – (Пожарная безопасность предприятия).
24. Сычев, Ю.Н. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.Н. Сычев. – М. : Финансы и статистика, 2014. – 224 с.
25. Быкова, Н.Н. Экономика. Подготовка, выполнение и защита выпускной квалификационной работы бакалавра : электрон. учеб.-методическое пособие / Н.Н. Быкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018. – 1 оптический диск.

26. Безопасность жизнедеятельности : электрон. учеб.-метод. пособие / И.Л. Шапорева [и др.]. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2018. – 1 оптический диск.
27. Занько, Н.Г. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учебник / Н.Г. Занько, К.Р. Малаян, О.Н. Русак ; под ред. О.Н. Русака. – 17-е изд. стер. – СПб. : Лань, 2017. – 704 с.
28. Технология и оборудование сварки плавлением : лабораторный практикум / В.П. Сидоров [и др.] ; под ред. В.П. Сидорова и К.В. Моторина. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2017. – 1 оптический диск.
29. Краснопевцева, И.В. Экономика и управление машиностроительным производством : электронное учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 1 электрон. опт. диск.
30. Амирджанова, И.Ю. Правила оформления выпускных квалификационных работ: учебно-методическое пособие / И.Ю. Амирджанова, Т.А. Варенцова, В.Г. Виткалов, А.Г. Егоров, В.В. Петрова Тольятти : ТГУ, 2019, - 145 с.
31. Subhasmita, M. Performance analysis of TIG welding on al alloy by using taguchi Method / Subhasmita Mishra // International Journal of Multidisciplinary Research and Development. – 2016. – Vol. 18. – P. 234-249.
32. Kumar, R. Parametric optimization of pulsed –TIG welding process in butt joining of 304 L austenitic stainless steel sheets, International journal of engineering research and technology / Dinesh R. Kumar, S. Elangovan, Siva N. Shanmugam. – 2014. – Vol. 03. – P. 127-148.
33. Jeyaprakash N. The Parameters and Equipments Used in TIG Welding: A Review / N. Jeyaprakash, Adisu Haile, M. Arunprasath // The International Journal Of Engineering And Science (IJES). – 2015. – Vol. 12. – P. 158-169.

34. Leonard P. Connor, R. L. O'Brien, Welding Handbook: Welding processes / American Welding Society [Электронный ресурс]. – URL : <https://book.onepdf.us/aws-welding-handbook.pdf> свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 10.05.2019).