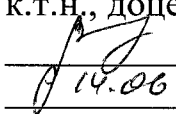


Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Политехнический институт  
Механико-технологический факультет  
Кафедра машиностроения, автоматики и электроэнергетики

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,

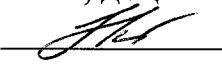
к.т.н., доцент

  
К.М. Виноградов  
14.06 2018 г.

Автоматизация газовой резки слябов

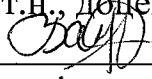
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ– 15.03.04.2018.705.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты  
Безопасность жизнедеятельности  
к.т.н., доцент

  
В.Г. Некрутов  
2018 г.


Руководитель работы

к.т.н., доцент

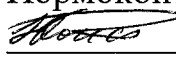
  
Р.Г. Закиров  
13 июня 2018 г.

Автор работы

студент группы ДО–506

  
М.Р. Шафиков  
14.06 2018 г.

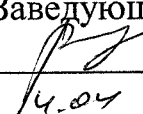
Нормоконтролер, преподаватель

  
Ю.В. Константинов  
14.06 2018 г.

Челябинск 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»

Факультет «Механико-технологический»  
Кафедра «Машиностроение, автоматика и электроэнергетика»  
Направление 15.03.04 – «Автоматизация технологических  
процессов и производств»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
 К.М. Виноградов  
14.04 2018г.

ЗАДАНИЕ  
на выпускную квалификационную работу студента

Шафикова Мансура Рашидовича

Группа ДО-506

1 Тема работы

Автоматизация газовой резки слябов

утверждена приказом по университету от 04 апреля 2018 г. № 580

2 Срок сдачи студентом законченной работы 11 июня 2018 г.

3 Исходные данные к работе

3.1 Материалы преддипломной практики

3.2 Справочно – техническая литература

3.3 Инструкция на оборудование

АННОТАЦИЯ

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ . Аппараты для газокислородной резки. Машины газовой резки блюмов и слябов. Аппараты для воздушно плазменной резки. Установка кислородно-флюсовой резки

Выводы.

2 ТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ. Описание и техническая характеристика существующего агрегата вторичной резки. Анализ недостатков и перспективы развития агрегата газовой резки.

Выводы.

3 ПРОЕКТНЫЙ РАЗДЕЛ

. Автоматизация позиционирования кареток газовых резаков. Выбор и описание элементов автоматики. Автоматизация станции вторичной резки. Выбор конечных выключателей. Выбор датчиков давления.

Выводы.

4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ РАЗДЕЛ. Эффективность автоматизированного комплекса. Определение экономической эффективности внедрения автоматизированного комплекса. Расчёт суммы капитальных вложений по сравниваемым вариантам. Расчёт отдельных статей себестоимости. Обоснование экономической эффективности внедрения автоматизированного комплекса

Выводы.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ. Обеспечение безопасных условий труда на автоматизированном участке. Определение показателей тяжести и напряженности трудового процесса. Мероприятия по защите от опасных гидрологических явлений.

Выводы.

Заключение

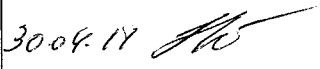
Библиографический список

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, плакатов в листах формата А1)

- |   |        |
|---|--------|
| 1 Машина вторичной резки. Габаритный чертеж   | 2 лист |
| 2 Каретка газового резака. Габаритный чертеж  | 1 лист |
| 3 Автоматизированная система позиционирования каретки газового резака.Схема электрическая структурная | 1 лист |
| 4 Система управления станции вторичной резки.Схема электрическая структурная                          |        |
| 5 Алгоритм позиционирования каретки газового резака.Блок-схема  | 1 лист |
| 6 Алгоритм программы выполнения режимов резки.Блок-схема  | 1 лист |

Всего 7 листов

6 Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов работы

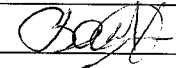

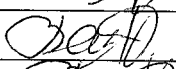
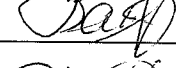
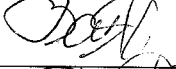

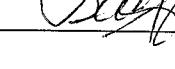
Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Безопасность жизнедеятельности	Некрутов В.Г.	30.04.18 	

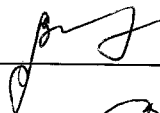
7 Дата выдачи задания 4 апреля 2018 г.


Руководитель к.т.н., доцент  Р.Г.Закиров


Задание принял к исполнению  М.Р. Шафигов

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении руководителя
Введение	30.04.2018 г.	
Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений	06.05.2018 г.	
Технический раздел	11.05.2018 г.	
Проектный раздел	20.05.2018 г.	
Организационно-экономический раздел	04.06.2018 г.	
Безопасность жизнедеятельности	07.06.2018 г.	
Оформление графической части	09.06.2018 г.	

Заведующий кафедрой  /К.М. Виноградов /

Руководитель работы  / Р.Г.Закиров /

Студент  /М.Р. Шафиков/

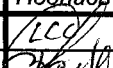
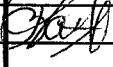
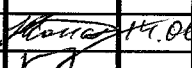

## АННОТАЦИЯ

Шафиков М.Р. Автоматизация газовой резки  
 слябов –Челябинск: ФГАОУ ВО «ЮУрГУ»  
 (НИУ), МТ-факультет, кафедра «МАЭ» 2018, 92  
 с., 49 ил., библиографический список – 6  
 наименований. 8 листов чертежей формата А1.

В данной дипломной работе разработана автоматизированная система управления системой вторичной резки заготовок. Система разработана на базе программируемого логического контроллера SIMATIC S7-400.

Разработанная система позволяет позиционировать резаки машины вторичной резки и производить резку слябов в автоматическом режиме. С помощью пульта оператора задаются параметры позиционирования резаков.

При использовании автоматизированной системы управления, годовой экономический эффект составит 49078 рублей.

15.03.04.2018.705.00.00 ПЗ									
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Автоматизация газовой резки слябов	Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Шафиков М.Р.						4	
Провер.		Закиров Р.Г.							
Н. Контр.		Константинов		14.06					
Утверд.		Виноградов К.М.						ЮУрГУ. Кафедра «МАЭ»	

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ.....	9
1.1 Технология газокислородной резки .....	9
1.2 Плазменная резка .....	10
1.3 Кислородно-флюсовая резка.....	10
2 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ МЕТАЛЛА .....	14
2.1 Аппараты для газокислородной резки .....	14
2.2 Машины газовой резки блюмов и слябов.....	16
2.3 Аппараты для воздушно плазменной резки .....	20
2.4 Установка кислородно-флюсовой резки.....	22
3 ОБЩАЯ ЧАСТЬ .....	26
3.1 Описание и техническая характеристика существующего агрегата вторичной резки .....	26
3.2 Анализ недостатков и перспективы развития агрегата газовой резки .....	28
4 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ - РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ РЕЗКИ ЗАГОТОВОК	32
4.1 Автоматизация позиционирования кареток газовых резаков .....	32
4.1.1 Разработка и описание структурной схемы позиционирования каретки газового резака.....	32
4.1.2 Разработка и описание алгоритма позиционирования каретки газового резака.....	33
4.2 Выбор и описание элементов автоматики .....	35
4.2.1 Выбор контроллера .....	35
4.2.2 Выбор энкодера .....	48
4.2.3 Привод каретки газового резака .....	53
4.2.4 Выбор оптических датчиков .....	55
4.3 Автоматизация станции вторичной резки .....	57
4.3.1 Разработка и описание структурной схемы автоматизирования станции вторичной резки .....	57
4.3.2 Разработка и описание алгоритма работы программы автоматизации станции вторичной резки .....	57
4.4 Выбор и описание элементов автоматики .....	63
4.4.1 Выбор конечных выключателей.....	63
4.4.2 Выбор датчиков давления .....	65
5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....	69
5.1 Эффективность автоматизированного комплекса .....	69
5.2 Определение экономической эффективности внедрения автоматизированного комплекса .....	69
5.3 Расчёт суммы капитальных вложений по сравниваемым вариантам.....	70

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

5.4	Расчёт отдельных статей себестоимости .....	71
5.5	Обоснование экономической эффективности внедрения автоматизированного комплекса .....	72
6	<b>БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ</b> .....	74
6.1	Обеспечение безопасных условий труда на автоматизированном участке .....	74
6.1.1	Общая характеристика автоматизированного участка .....	74
6.1.2	Защита от шума и вибрации.....	74
6.1.3	Электромагнитные излучения .....	76
6.1.4	Организация освещения .....	77
6.1.5	Устройства сигнализации .....	78
6.1.6	Электробезопасность .....	78
6.1.7	Пожаровзрывобезопасность .....	79
6.2	Определение показателей тяжести и напряженности трудового процесса.....	80
6.2.1	Тяжесть труда .....	80
6.2.2	Напряженность труда .....	81
6.3	Мероприятия по уменьшению последствий землетрясений .....	83
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	86
	<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b> .....	87



## ВВЕДЕНИЕ

Одной из главных задач любого производства является автоматизация технологических процессов. Это позволяет существенно поднять культуру производства, облегчить труд людей. Развитие науки и техники позволяет в наше время создать автоматизированные системы управления производством, автоматизированные системы управления технологическим процессом. Всему этому содействует широкое применение вычислительной техники, а также быстрое развитие робототехники.

Применение современных средств и систем автоматизации позволяет решать задачи:

- вести процесс с производительностью, максимально достижимой для данных производительных сил, автоматически учитывая непрерывные изменения технологических параметров;
- управлять процессом, постоянно учитывая динамику производственного плана для номенклатуры выпускаемой продукции путем оперативной перестройки режимов технологического оборудования
- автоматически управлять процессом в условиях вредных и опасных для здоровья человека.

Решение поставленной задачи возможно, если имеются следующие предпосылки:

- наблюдаемость основных технологических параметров производственного процесса (возможность прямых или косвенных измерений всех параметров, характеризующих состояние процесса);
- возможность получения технико-экономического, социального или иного эффекта;
- наличие необходимого технического обеспечения разрабатываемой автоматизированной системы технологического процесса (АСУТП).

Внедрение систем автоматизации направлено на повышение эффективности производственных процессов. Основными источниками внедрения систем автоматизации (СА) является:

- повышение культуры производства, качества продукции и эффективности использования технологического оборудования;
- повышение производительности труда при выполнении технологических операций, резкое сокращение ошибок и брака, стабилизация технологического процесса, сокращение числа работающих;
- сокращение потерь рабочего времени на участках и технологических линиях, увеличение оперативности управления производственным процессом со стороны персонала и увеличение качества управления.

Металлургические заводы нашей страны оснащены и оснащаются новым высокопроизводительным оборудованием и средствами комплексной механизации и автоматизации основных производственных процессов.

Комплексная автоматизация процесса способна не только обеспечить дальнейшее увеличение производительности труда (как за счет сокращения

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

численности персонала, так и за счет увеличения производительности и стабильности работы оборудования)но и сократить число брака. Значительный экономический эффект может быть получен именно от уменьшения числа, брака увеличения производительности и сокращения количества производственных рабочих.

Автоматизация резки металла в условиях непрерывной разливки является важным условием высокой производительности и стабильности работы. Высокая производительность отливки слябов требует высокую производительность резки. В данный момент вторичная резка слябов (резка на мерные величины для проката) не автоматизирована, вторичную резку производит оператор. Так же установка резаков осуществляется в ручную в зависимости от требуемых величин сляба. В связи с этим возникают проблемы с затрачиваемым временем и точностью установки. Как результат погрешностей установки- большое количество обрези в ЛПЦ-1, или наоборот недокат слитка до нужной длины и срыв отгрузки покупателю. А так же затрачивается много времени на переустановку резаков, в результате чего снижается производительность. Автоматизация процесса вторичной резки решает эти проблемы. Так же качественно улучшаются условия труда рабочих, и сокращается численность персонала.

Исходя из вышеизложенного, можно считать задачу создания автоматизированной системы позиционирования резаков актуальной.

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

При создании автоматизированной системы позиционирования резаков на вторичной резке слябов машины непрерывного литья заготовок (или любого другого технологического процесса) целесообразно в первую очередь изучить передовой опыт отечественной и зарубежной промышленности в этой области.

Вторичная резка слябов в прокатном производстве – один из основных технологических процессов. Резке подвергают слябы для получения определенных мерных величин. От качества резки зависит качество получаемого проката, автоматизация этого процесса позволит повысить качество и скорость резки. Для автоматизации вторичной резки по нашему проекту мы должны установить конечные выключатели и бесконтактные датчики для автоматизации толкателя, газовых горелок и передвижения самой станции, устройства обратной связи на механизм привода тележек газовых резаков, выбрать контроллер (либо установить новый, либо использовать главный контроллер МНЛЗ), если необходимо установить дополнительные модули, определиться с средой разработки программы, установить камуникационную аппаратную сеть, произвести необходимые расчеты погрешностей и передаточных отношений, разработать алгоритм работы программы управления резки и позиционирования кареток газовых резаков.

На данный момент в промышленности наиболее широкое применение получили три вида термической резки металла:

- газокислородная резка;
- плазменная;
- кислородно-флюсовая резка.

Для наиболее производительной и качественной резки необходимо выбрать технологию наиболее подходящую для нашей задачи. Ниже описаны сущности этих методов и область применения.

## 1.1 Технология газокислородной резки

Процесс газокислородной резки основан на свойстве металлов и их сплавов гореть в струе технически чистого кислорода. Металл вдоль линии разреза нагревается до температуры воспламенения его в кислороде, сжижается в струе кислорода, а образующиеся окислы выдуваются этой струей из места разреза.

Различают два вида газокислородной резки: разделительную и поверхностную.

Разделительная резка применяется для вырезки заготовок, раскроя металла, разделки кромок шва под сварку и выполнения других операций по разрезанию металла на части.

Давление режущего кислорода принимают в зависимости от толщины разрезаемого металла и чистоты кислорода. Чем чище кислород, тем меньше его давление и расход.

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

При резке низкоуглеродистой стали структура ее изменяется незначительно. При резке стали с повышенным содержанием углерода сильно повышаются ее твердость и хрупкость, ухудшается обрабатываемость кромок разреза. Стали с повышенным содержанием углерода, марганца, хрома и молибдена закаляются, становятся более твердыми и дают трещины в зоне резания.

Для резки хромистых и хромоникелевых сталей, чугуна, цветных металлов и их сплавов используют плазменно-дуговую или кислородно-флюсовую резку.

Поверхностную резку применяют для снятия поверхностного металла, разделки канавок, удаления поверхностных дефектов и др. Эту резку выполняют специальными резаками для ручной и машинной резки. Используют два вида поверхностной резки: строжку (трубную и чистую) и обточку, когда резак совершает не возвратно-поступательное движение, как при строжке, а работает как токарный резец. Перед резкой поверхность металла тщательно очищают от грязи, масла, краски и окалина.

## 1.2 Плазменная резка

Плазменная резка - наиболее высокотехнологичный и малозатратный метод термической обработки металла. В отличие от методов газового разделения она характеризуется высоким КПД и прекрасным качеством реза.

К преимуществам плазменной резки также относятся: высокая скорость резательных работ по сравнению с лазерной, ацетиленокислородной резкой и другими методами разделения металлов, образование ровной кромки без заусенцев, возможность резки металлических листов, толщина которых превышает 40 мм.

Плазменной резке присуща низкая ресурсоемкость и отсутствие существенных трудозатрат. Кроме того, резка, осуществляемая при помощи специальных генераторов плазмы — плазмотронов, не требует частой замены расходных материалов и обеспечивает стабильное высокое качество пробивки металлических листов независимо от их толщины и размеров.

Благодаря наличию стольких преимуществ, метод термического разделения металлов не только широко используется в металлообрабатывающей отрасли, но уверенно осваивает новые промышленные горизонты. Число организаций, отдавших предпочтение плазменной резке металлов, растет с каждым днем.

Эффективность метода, в первую очередь, определяется качеством используемого оборудования. Плазменную резку следует проводить при помощи высокотехнологичных генераторов плазмы. В противном случае ее

## 1.3 Кислородно-флюсовая резка

Высоколегированные хромистые и хромоникелевые стали плохо режутся одним кислородом ввиду того, что образующиеся окислы хрома являются тугоплавкими и не могут удаляться из места разреза в жидком виде. Пленка этих

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

окислов, покрывая частицы металла, препятствует его сгоранию в струе кислорода.

Для резки высокохромистых и хромоникелевых сталей кислородом советские специалисты А. Н. Шашков, Г. Б. Евсеев, С. Г. Гузов и др. разработали особый способ, известный под названием кислородно-флюсовой резки. При этом способе в струю режущего кислорода непрерывно вводится порошкообразный флюс, который, сгорая в кислороде, выделяет большое количество дополнительного тепла, расплавляющего пленку окислов хрома, разжижающего эти окислы и переводящего их в шлаки. Процесс резки протекает с нормальной скоростью, а поверхность разреза получается чистой. Приемы резки остаются в основном такими же, как и при резке обычной малоуглеродистой стали.

В качестве флюса используется железный порошок с зернами 0,1—0,2 мм, в который добавляют: порошкообразный феррофосфор, алюминиевый порошок, техническую буру, окалину и кварцевый песок.

Кислородная резка чугуна без флюса также затруднена, так как температура плавления чугуна ниже температуры горения железа в кислороде и чугун начинает плавиться раньше, чем может начать гореть в кислороде. Наряду с этим содержащийся в чугуне кремний при соприкосновении с кислородом дает тугоплавкую пленку окиси, которая, так же как и пленка окислов хрома, препятствует нормальному протеканию процесса резки. При сгорании углерода, содержащегося в значительном количестве в чугуне, образуется газообразная окись углерода, которая загрязняет режущий кислород и препятствует процессу окисления железа в месте разреза.

Цветные металлы (медь, латунь) обладают высокой теплопроводностью и, кроме того, при их окислении кислородом выделяется количество тепла, недостаточное для дальнейшего развития процесса горения металла в месте реза. Кроме того, при резке этих металлов кислородом образуются тугоплавкие окислы, препятствующие процессу резки. Поэтому кислородная резка чугуна и цветных металлов возможна только с применением флюсов.

При кислородно-флюсовой резке этих металлов выделяется дополнительное тепло от сгорания флюса в кислороде, которое повышает температуру в месте реза. Вследствие этого образующиеся тугоплавкие окислы остаются в жидком состоянии и, будучи разбавлены продуктами сгорания флюса, дают жидкотекучие шлаки, легко удаляющиеся с места разреза и не препятствующие процессу резки. При резке чугуна в качестве добавки к флюсу применяется феррофосфор. Скорость резки чугуна на 50—55% ниже резки нержавеющей стали.

При резке меди и бронзы во флюс добавляют феррофосфор и алюминий. Резку производят с предварительным подогревом до 200—400°.

При резке латуни выделяется большое количество паров окиси цинка, вредных для здоровья людей, поэтому резку цветных металлов следует вести в защитной маске (респираторе).

В процессе сварки все металлы и их сплавы, соединяясь с кислородом окружающего воздуха и кислородом сварочного пламени, образуют окислы,

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

которые имеют более высокую температуру плавления, чем сам металл. Для защиты расплавленного металла от окисления и удаления образовавшихся при сварке окислов применяются сварочные порошки или пасты, называемые флюсами. Следовательно, флюсы — это вещества, которые вводятся в сварочную ванну для раскисления расплавленного металла и удаления из него образовавшихся окислов и неметаллических включений. При газовой сварке флюсы вводятся в сварочную ванну и в виде легко испаряющейся жидкости.

Флюс наносят заранее на кромки свариваемого металла и на присадочные прутки, либо вносят в ванну в процессе сварки периодическим погружением присадочного прутка в сосуд с флюсом.

В случае применения флюса в виде паров (например, флюса БМ-1 при сварке меди, медных и никелевых сплавов) он подается в пламя горелки автоматически в строго дозированном количестве специальным прибором.

В процессе сварки флюсы, вводимые в сварочную ванну, расплавляются и образуют с окислами легкоплавкие шлаки, всплывающие на поверхность сварочной ванны. При этом пленка покрывает расплавленный металл шва, предохраняя его от дальнейшего воздействия атмосферного воздуха. Необходимость применения флюсов при сварке цветных металлов и сплавов, высоколегированных сталей и чугуна вызывается тем, что при нагревании металлов до высокой температуры на их поверхности образуется окисная пленка, которая при расплавлении переходит в сварочную ванну, препятствуя при этом надежному сплавлению основного и присадочного металла. При сварке углеродистых сталей флюсы, как правило, не применяют.

К сварочным флюсам, применяемым при сварке и пайке, предъявляются следующие требования: флюс должен быть более легкоплавким, чем основной и присадочный металлы, расплавленный флюс должен хорошо растекаться по нагретой поверхности металла, т. е. обладать достаточной жидкотекучестью; расплавленный флюс не должен выделять ядовитых газов в процессе сварки и вызывать коррозию сварного соединения; флюс должен обладать высокой реакционной способностью, активно раскислять окислы, переводить их в более легкоплавкие химические соединения или удалять их, растворяя так, чтобы процесс растворения заканчивался до затвердевания сварочной ванны; образовавшийся в процессе сварки шлак должен хорошо защищать металл от окисления кислородом и азотом воздуха; шлаки должны хорошо отделяться от шва после сварки; плотность флюса должна быть меньше плотности основного и присадочного металла, чтобы в процессе сварки образуемый флюсом шлак всплывал на поверхность сварочной ванны, а не оставался в металле шва, флюс должен сохранять свои свойства на протяжении всего процесса сварки; флюс должен быть дешевым и недефицитным.

В зависимости от вида свариваемого металла в сварочной ванне образуются основные и кислые окислы. Если образуются основные окислы, то применяется кислый флюс, если кислые — основной флюс. В обоих случаях реакция протекает по следующей схеме:

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

кислотный окисел + основной окисел = соль

В качестве флюсов используется бура, борная кислота, окислы и соли бария, калия, лития, натрия, фтора и др. Состав флюса выбирают в зависимости от свойств свариваемого металла.

При кислородной резке нержавеющей сталей, чугуна и цветных металлов флюс вводится в струю режущего кислорода. Основой флюса для кислородной резки служит железный порошок. Составы флюсов и способы их применения рассмотрены ниже, при описании технологии сварки и резки соответствующих материалов.

Из выше приведенных технологий термического резания металла, для нашей задачи наиболее подходящим является метод газокислородной резки. Так как этот метод используется для резания низкоуглеродистой стали и является возможным резание сталей большой толщины [2].

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

## 2 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ МЕТАЛЛА

В настоящее время наиболее широко применяются три вида термической резки металла:

- технология газокислородной резки;
- технология плазменной резки;
- технология газокислородной резки с флюсом.

### 2.1. Аппараты для газокислородной резки

На мировом рынке аппаратов для газокислородной резки лидирующие позиции занимает аппарат «Secator» производства компании MESSER, Германия (рисунок 2.1).

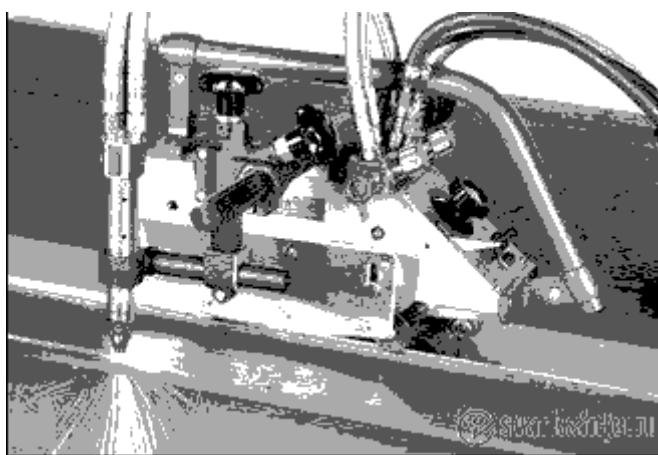


Рисунок 2.1- Аппарат для газокислородной резки «Secator»

SECATOR - машина для ручной тепловой резки является в любом отношении «удобным» решением, даже для наиболее сложных задач по резке: машина легко транспортируется и может быть использована повсеместно. SECATOR - крепкая и разносторонняя машина тепловой резки с разнообразными возможностями применения: Фигурные, прямые, кольцевые резы, также и под скосом - наряду с X и Y – образными резами являются стандартом для подготовки кромки под сварку.

Даже резку полос, профильную резку и заостряющие резы он выполнит надежно и без проблем. Встроенная муфта свободного хода облегчает перемещение машины на листе, а скорость резки Вы выбираете плавно от 100 до 1200 мм/мин.

Равномерную подачу обеспечивает редуктор с воздушным охлаждением - это дает чистые результаты резки. Со своим базовым оснащением SECATOR является высококачественной и разносторонней машиной тепловой резки особенно, когда требуется очень высокое качество. Использование

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14



принадлежностей специальных приспособлений делает SECATOR универсальным инструментом для выполнения любых задач в области тепловой резки. Краткие технические характеристики аппарата «Secator» приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Краткие технические характеристики аппарата «Secator»

Параметр	Единицы измерения	значение
Толщина листа	мм	100-300
Скорость хода: - резка толстых листов	мм/мин	50-350
Диаметр кольцевых резов	мм	60-1500
Питание	В / Вт	220 / 50
Габаритные размеры	мм	620x330x340

Аналогом российского производства аппарата «SECATOR» является аппарат «Смена 2м» предназначенный для кислородной резки листовой стали. Изображен на рисунке 2.2.

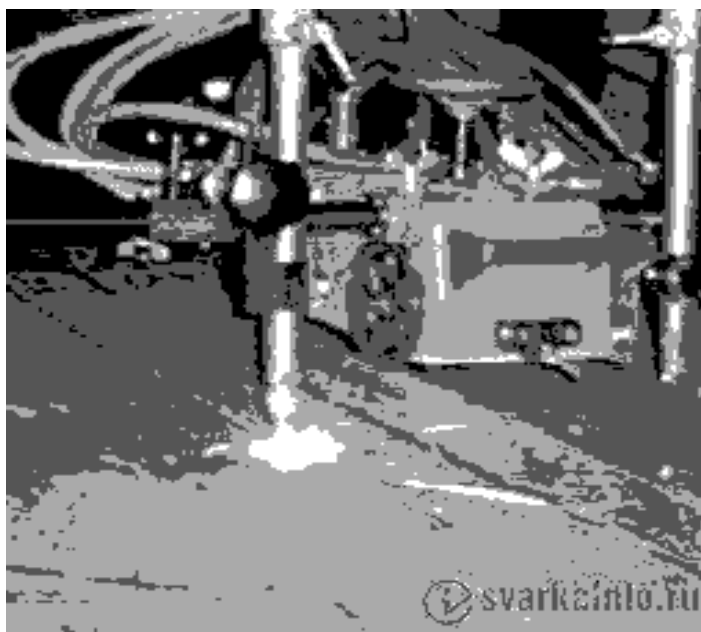


Рисунок 2.2- Аппарат для газокислородной резки «Смена 2м»

Аппарат «Смена 2м» отличается простой и прочной конструкцией, которая гарантирует легкость управления, точность реза и долгий срок службы. Машина может выполнять: прямолинейную разделительную резку, прямолинейную резку со скосом кромок под сварку, вырезку деталей круглой формы по циркулю, резку лекальных кривых со скосом кромок под сварку. Краткие технические характеристики аппарата «Смена 2м» приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Краткие технические характеристики аппарата «Смена 2м»

Параметр	Единицы измерения	Значение
Толщина вырезаемых деталей	мм	5...300
Длина прямолинейного реза	мм	4000
Радиус резки по циркулю	мм	150...1500
Скорость перемещения резака	м/мин	0,05...1,6
Расход газов (пропан) на один резак	л/мин	8
Расход газов (кислорода)	л/мин	200
Потребляемая мощность	Вт	50
Напряжение, подводимое к блоку питания	В	220
Габариты	мм	405x240x250

## 2.2 Машины газовой резки блюмов и слябов

В прокатной промышленности используют машины газовой резки для резания металлических слитков (блюмов и слябов). Машина газовой резки (МГР) блюмов и слябов применяемая в установках для непрерывной разливки стали оснащена комплектом автогенного оборудования, который позволяют проводить резку заготовок с применением кислорода под давлением. Мировым лидером по производству таких машин является итальянская компания Alba S.r.l. Машина для газовой резки слябов фирмы «Alba S.r.l.» изображена на рисунке 2.3.

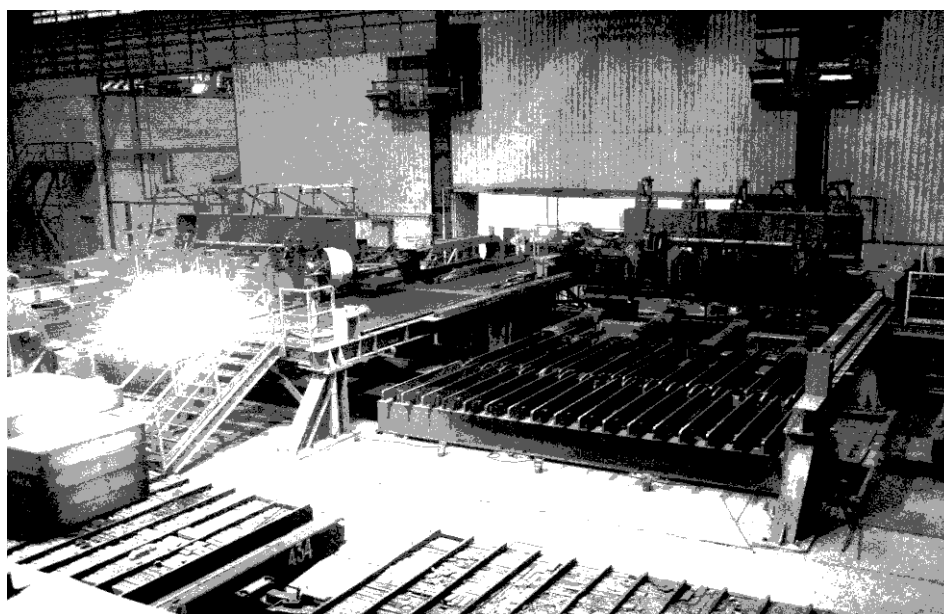


Рисунок 2.3 - Машина для газовой резки слябов фирмы «Alba S.r.l.»

Машины для газовой резки слябов компании «Alba S.r.l.» получили известность благодаря своей надёжности, прочности и скорости резки. Могут

работать в полностью автоматическом, полуавтоматическом или ручном режиме, достигая высоких показателей в обслуживании и результате.

Машина оснащена пятью высокопроизводительными, скоростными водоохлаждаемыми резаками со встроенными запальными горелками и содержит системы гранулирования, контроля жидкости, охлаждения и прочее необходимое оборудование и устройства безопасности. Машина перемещается на 4-х колёсах.

Машина также может быть дополнительно оснащена измерительными роликами для определения длины слябов, пневматической системой регулирования высоты, автоматической высокоточной системой регулировки высоты резаков для различной толщины слябов, системой впрыскивания порошка железа для резки нержавеющей стали, механической системой удаления заусенцев и многим другим.

Машина разрабатывается и производится с учётом всех необходимых условий для избежания рисков для персонала и завода во время её работы и техобслуживания, машина оснащается всем необходимым оборудованием для безопасности, согласно всем международным стандартам.

Производство машины основано на доказанных технологиях с высокой степенью надёжности и низкими эксплуатационными расходами, она была специально разработана, чтобы предложить высокое качество при тяжёлых промышленных условиях. Краткие технические характеристики машины «Alba S.r.l.» приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Краткие технические характеристики машины «Alba S.r.l.»

Параметр	Единицы измерения	Значение
Число резаков		5
Толщина разрезаемого металла, до...	мм	350
Рабочее давление газов	кгс/см <sup>2</sup>	10-20
Кислород		1-2
пропан-бутан		
Расход газов, , не более:	м <sup>3</sup> /час	
Кислород		400
пропан-бутан		80
Скорость резания	мм/мин.	400

Российская компания «ПлазмаМаш» производит машины газовой резки (МГР) блюмов и слябов (рисунок 2.4) в установках для непрерывной разливки стали оснащена комплектом автогенного оборудования, который позволяют проводить резку заготовок с применением кислорода под давлением от 10 кгс/см<sup>2</sup> до 20 кгс/см<sup>2</sup> и температуре металла от 20 °С до 1100 °С.

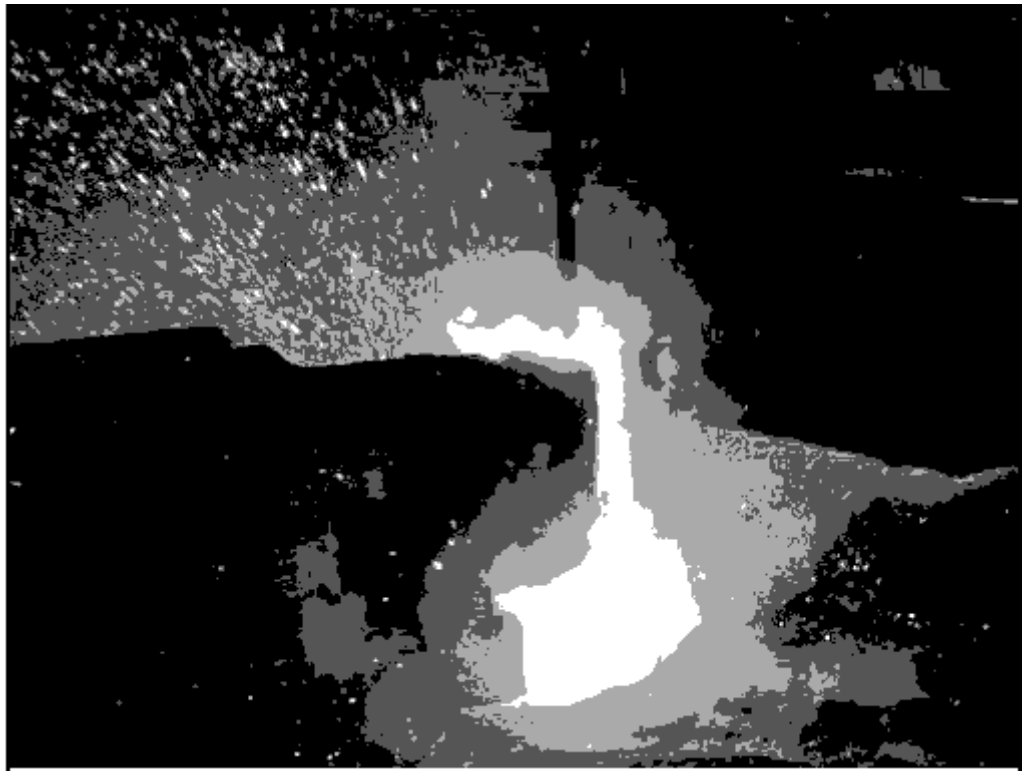


Рисунок 2.4 - Машина газовой резки производства компании «ПлазмаМаш»

Поджиг горючей смеси резаков возможен как от устройства поджига, так и от дежурного пламени.

Состав и количество поставляемого оборудования:

- резаки газовые - (рабочие и запасные);
- блок электромагнитных клапанов;
- щит газорегулирования;
- блок водяного охлаждения;
- устройство поджига пламени (по требованию заказчика);
- привод подъема-опускания резака (по требованию заказчика);
- резаки для аварийной резки;
- комплект ЗИП (по согласованию с заказчиком);
- флюсопитатель с флюсовой оснасткой (используется при резке нержавеющей сталей);
- компрессор дожимающий для поднятия давления кислорода до 25-28 кгс/см<sup>2</sup> и расходом 100-500 м<sup>3</sup>/ч (по требованию заказчика);
- комплект может оснащаться интеллектуальными механизмами управления, позволяющими оборудованию саморегулироваться в процессе работы без вмешательства оператора (по требованию заказчика).

Перечень проводимых работ.

При поставке комплекта автогенного оборудования для оснащения машин газовой резки блюмов и слябов в установках для непрерывной разливки стали выполняются следующие работы:

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- разработка проектной документации по техническим требованиям заказчика;
- изготовление комплекта;
- поставка комплекта и эксплуатационной документации;
- руководство по сборке и монтажу комплекта, проведение пуско-наладочных работ и приемо-сдаточных испытаний;
- обучение обслуживающего персонала работе на установке;
- срок выполнения работ - 4:6 месяцев.

Краткие технические характеристики машины газовой резки производства компании «ПлазмаМаш» приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Краткие технические характеристики машины газовой резки производства компании «ПлазмаМаш»

Наименование параметров и единицы измерения	Толщина разрезаемых слитков, мм				
	150	200	250	300	350
Давление газов перед резаком, кг/см <sup>2</sup>					
Кислород	8-20				
Природный газ (пропан)	1,5-2,5				
Расход газов, м <sup>3</sup> /час					
Кислород	22-60	30-75	40-82	50-90	58-102
Природный газ (пропан)	5,5-11	5,5-11	5,5-11	5,5-11	5,5-11
Диаметр канала кислорода, мм	2,2	2,7	3,2	3,5	4,0
Скорость резки при температуре заготовки, °С					
20	270-350	220-300	160-250	120-180	100-150
600	420-500	370-450	280-350	240-300	180-220
900	480-580	400-480	340-400	300-380	220-270
1000	600-750	550-700	400-550	350-400	250-320
1100	750-900	700-800	550-700	400-550	300-400
Ширина реза, мм при температуре заготовки, °С					
20	4,5-5	5-6	5-7	6-8	7-10
600	5-6	6-7	6-8	7-9	8-12
1000	6-8	7-9	7-9	7-10	9-12

### 2.3 Аппараты для воздушно плазменной резки

Для высококачественного раскроя листового металла оптимальным вариантом является аппарат плазменной резки. Среди аппаратов плазменной резки популярностью пользуется аппарат Итальянской компании Seborga

«PLASMA SOUND 10050T» (рисунок 2.5), предназначенный для воздушно-дуговой плазменной резки любых металлов и сплавов. Скорость резки в 3...5 раз выше по сравнению с ацетиленокислородной резкой, а удельная стоимость в 1,5...2 раза меньше. Обеспечивает высокое качество кромок и очень малую ширину реза.



Рисунок 2.5 - Установка плазменной резки «PLASMA SOUND 10050T»

Установка плазменной резки PLASMA SOUND 10050T имеет:

- термовыключатель;
- функцию автоперезапуска;
- малые габаритные размеры и массу;
- малый расход сжатого воздуха;
- температуру плазмы 10000 — 25000 градусов.

Краткие технические характеристики установка плазменной резки «PLASMA SOUND 10050T» приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Краткие технические характеристики установка плазменной резки «PLASMA SOUND 10050T»

Наименование параметра	Единицы измерения	Значение
Толщина металла	мм	30/25
ПН	%	50
Давление газа	атм	5
Расход газа	л/мин	220
Габариты	см	30x50x56
Масса	кг	34

На российском рынке представлена установка «Мультиплаз-7500», рисунок 2.6. Плазматрону «Мультиплаз-7500» не требуется газ для работы, плазменный резак за счет электрической дуги ионизирует подающийся воздух. В результате из сопла вырывается струя, температура которой доходит до 10 тысяч градусов по Цельсию. ПУРМ быстро выполнит разрезы любой толщины. Использование аппаратов плазменной резки «Мультиплаз-7500» позволяет проводить как раскрой стальных изделий, так и конструкций из цветных металлов. Причем плазменный резак достаточно быстро разрежет материал и сделает это предельно качественно. Необходимо, чтобы регулировка плазматрона «Мультиплаз-7500» была осуществлена под тот тип материала, с которым предстоит работать.

К преимуществам плазменной резки относятся:

- высокая скорость резательных работ по сравнению с лазерной, ацетиленокислородной резкой и другими методами разделения металлов;
  - образование ровной кромки без заусенцев;
  - возможность резки металлических листов, толщина которых превышает 40 мм.
- Краткие технические характеристики установки плазменной резки «Мультиплаз-7500» приведены в таблице 2.6.



Рисунок 2.6- Установка плазменной резки «Мультиплаз-7500»

Таблица 2.6 - Краткие технические характеристики установки плазменной резки «Мультиплаз-7500»

Наименование параметра	Единицы измерения	Значение
Входное напряжение, трехфазное	В	380 ± 10%
Частота питающей сети	Гц	50 - 60
Входная мощность	KVA	15

## Окончание таблицы 2.6

Наименование параметра	Единицы измерения	Значение
Диапазон тока	А	20 - 100
Коэффициент загрузки (ПВ)	%	100
Давление подаваемого сжатого воздуха	атм	7
Расход сжатого воздуха	л/мин	480
Толщина разрезаемого стального листа	мм	до 50
Скорость резки листовой стали толщиной 10 мм	мм/с	20

## 2.4 Установка кислородно-флюсовой резки

Для кислородно-флюсовой резки нержавеющей сталей, чугуна и цветных металлов служит установки кислородно-флюсовой, на российском рынке хорошо зарекомендовала себя установка U.G.P.R немецкой компании STORM (рисунок 2.7).

При резке кислородно-флюсовой установкой в зону реза подается порошкообразный флюс, который, сгорая в струе режущего кислорода, значительно повышает температуру в разрезе. Кроме того, продукты окисления флюса, вступая в химическую реакцию с элементами расплава в разрезе, образуют жидкотекучие шлаки с пониженной температурой плавления, которые легко удаляются из зоны резки. В конструкции применена внешняя подача флюса с двух сторон струи режущего кислорода и в поперечном направлении к линии реза. Резак имеет тележку и флюсовую приставку. Установка может работать с резаком, потребляющим ацетилен, и с резаком для газов-заместителей ацетилена. Краткие технические характеристики установки кислородно-флюсовой резки U.G.P.R приведены в таблице 2.7.

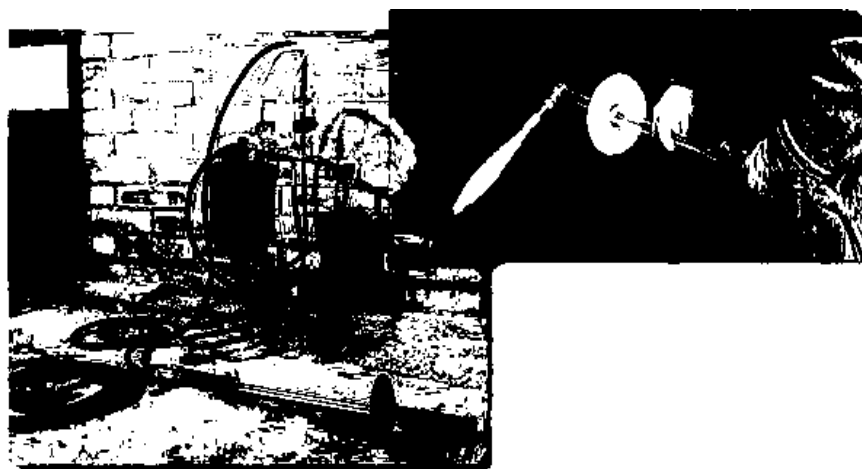


Рисунок 2.7 - Установка U.G.P.R

						220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			22



Таблица 2.7- Краткие технические характеристики установки кислородно-флюсовой резки U.G.P.R

Разрезаемый материал	Максимальная толщина, мм	Давление кислорода, кгс/см <sup>2</sup>	Макс. Расход кислорода, м <sup>3</sup> /ч	Максимальный расход флюса, кг/ч	Скорость резки, мм/мин
сталь	700	9	35-50	0,65-0,80	50-70
Нерж. сталь	500				70-90
чугун	450				45-60
Алюминий	300				55-75
Железобетон, чугун (резка копьём)	До 1500				-

Российская компания ТРИТОН производит установки кислородно-флюсовой резки (рисунок 2.8). Предназначена для ручной, механизированной или автоматической разделительной кислородной резки коррозионностойких сталей толщиной до 250-300 мм, чугуна толщиной до 200-250 мм и бетона (железобетона) при использовании копьевой резки до 1500 мм.

флюсовой резки нержавеющей сталей, чугуна, бетона, алюминия и сплавов цветных металлов, и кислородной резки низколегированных сталей толщиной от 3 до 500 мм

В качестве расходных материалов используются:

- горючий газ - пропан-бутан или метан;
- окислитель - кислород;
- флюсонесущий газ - осушенный и обезжиренный воздух по ГОСТ 17433-80 (от компрессора) или азот;
- флюс - железный порошок марки ПЖВ или ПЖР ГОСТ 9849-86 с частицами 120-180 мкм.

В комплект поставки установки УКФР-6М входит:

- флюсопитатель в сборе с компрессором;
- резак РС-5ПФ с мундштуком №5 - №7 и флюсовой оснасткой.

Установка УКФР-6М дополнительно может комплектоваться:

- резаком РС-6ПФ для резки толщин до 800мм;
- резаком РС-3ПФ (облегченный) для резки толщин до 150мм;
- копьедержателем для резки толщин до 1,5м;
- рампой на 6-10 баллонов кислорода.



Рисунок 2.8 - Установка кислородно-флюсовой резки УКФР-6М

Краткие технические характеристики установки кислородно-флюсовой резки УКФР-6М приведены в таблице 2.8

Таблица 2.8 - Краткие технические характеристики установки кислородно-флюсовой резки УКФР-6М

Разрезаемый металл	Максимальная толщина, мм	Давление кислорода, кгс/см <sup>2</sup> , не более	Максимальный расход кислорода, м <sup>3</sup> /ч	Максимальный расход флюса, кг/ч	Скорость резки, мм/мин
Сталь	500	10	40-60	-	50-70
Нержавеющая сталь	400			0,6 -0,8	80-100
Чугун	300				40-60
Алюминий, бетон	250				50-70
Железобетон, чугун (резка копьём)	До 1500				-

В установке УКФР-6М используется технология, предусматривающая подачу в зону резки порошкообразного флюса, который при сгорании в струе режущего кислорода значительно повышает температуру в зоне реза.

Продукты окисления флюса, вступая в химическую реакцию с элементами поверхностной пленки разреза, образуют жидкотекучие шлаки с пониженной температурой плавления, которые легко удаляются.

В конструкции установки применена подача флюса через специальную насадку на резаке. Конструкция насадки позволяет рационально использовать флюс, так как при пуске режущего кислорода создается разрежение и порошок "всасывается" в струю. Это позволяет резать металл в различных пространственных положениях, а также несколько листов одновременно (пакетная резка). Краткие технические характеристики

Машина непрерывного литья заготовок производит заготовки из низкоуглеродистых сталей, толщина 180-240мм, ширина 900-1600мм, длина кратная 4500-6800мм, мерная от 900 до 1700 мм. Для резания нашей заготовки исходя из металла ее производства и ее габаритных размеров из выше представленных технологий термической резки металла видно что наиболее подходящей для нашего вида резания является технология газокислородной резки. В таблице 2.9 приведены сравнительные характеристики машин газокислородной резки слябов, из представленных двух машин газокислородной резки машина производства компании «Alba S.r.l.» имеет 5 резаков и скорость резания 400 мм/мин. Тем самым производительность этой машины много больше производительности машины производства компании «ПлазмаМаш», а в условиях непрерывного литья заготовок производительность машины вторичной резки является главным показателем. Из этого следует, что наилучшим вариантом для нас будет являться машина газокислородной резки производства компании «Alba S.r.l.».

Таблица 2.9 - сравнительные характеристики машин газовой резки слябов

Наименование изделия	Наименование параметров и единицы измерения			
	толщина разрезаемых слитков до, мм	Число резаков	Скорость резки при температуре заготовки 900 °С, мм/мин.	Давление газов перед резаком, кг/см <sup>2</sup> Кислород; Природный газ(пропан)
Машина «ПлазмаМаш»	350	2	220-270	8-20; 1,5-2,5
Машина «Alba S.r.l.»	350	5	400	10-20 1-2

### 3 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Описание и техническая характеристика существующего агрегата вторичной резки

На рисунке 3.1 представлена схема подачи заготовки на вторичную резку и схема вторичной резки. При производстве заготовок расплавленный металл заливают в кристаллизатор где он проходя через валки кристаллизатора охлаждается и принимает форму прямоугольного слитка, суммарная длина такого слитка получающаяся из одной плавки велика поэтому после выхода из последнего сегмента кристаллизатора заготовка режется агрегатом первичной резки, сигнал агрегату на выполнение резки выдает система измерения длины, которая является его частью. После резки следует удаляющие валки 1.

Заготовка по валкам 1 имеющим собственный электропривод подается на поворотный стол позиция 2, поворотный стол в своем основании имеет шарнир и гидропривод, одним концом через рычаг закрепленный к поворотному столу, другим к станине валков подачи с заготовки с МНЛЗ.

Таким образом заготовка переместившись на поворотный стол поворачивается на 90 градусов и далее по валкам 3, заготовка транспортируется на машину вторичной резки 4. На рисунке 3.2 изображена машина вторичной резки. Дойдя до машины вторичной резки заготовка нажимает концевой выключатель на конечном упоре 8 останавливающий вращение рольгангов, далее оператор управляет процессом резки. Опускается толкатель 2, станция резки 4 начинает движение к столу резки тем самым заготовка сталкивается с рольгангов на стол резки 6, координируясь роликом 5. Затем толкатель поднимается и разжигаются газокислородные резаки 3. Цикл резки предусматривает этап нагрева, этап зажигания и этап резки до противоположной кромки. По завершении резки рабочие среды отключаются и станция резки с резаками возвращается в свое исходное положение при помощи собственной моторизации.

Заготовки режутся на мерные длины от 900 мм до 1800 мм. После резки мерные слябы подаются на стол отгрузки (из вертикальных пластин) 7, с которого краном-перекладчиком они складываются в стопы до 8 штук и транспортируются основным краном. Каретки резаков снабжены приводами (рисунок 3.3). Каретка газового резака перемещается вдоль рамы 8 станции резки на 600 мм влево или вправо от центра линии, опираясь на верхние 1 и боковые ролики 5, имеет собственную моторизацию 4. В качестве механизма передачи установлена зубчатая рейка 7 и шестерня приводящая в движение каретку 6. На каретке установлен газокислородный резак 10 и устройство факела дежурного пламени 9 для розжига резака. Расстояние между резаками регулируется вручную с целью получения заданного размера в зависимости от сортамента проката.

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

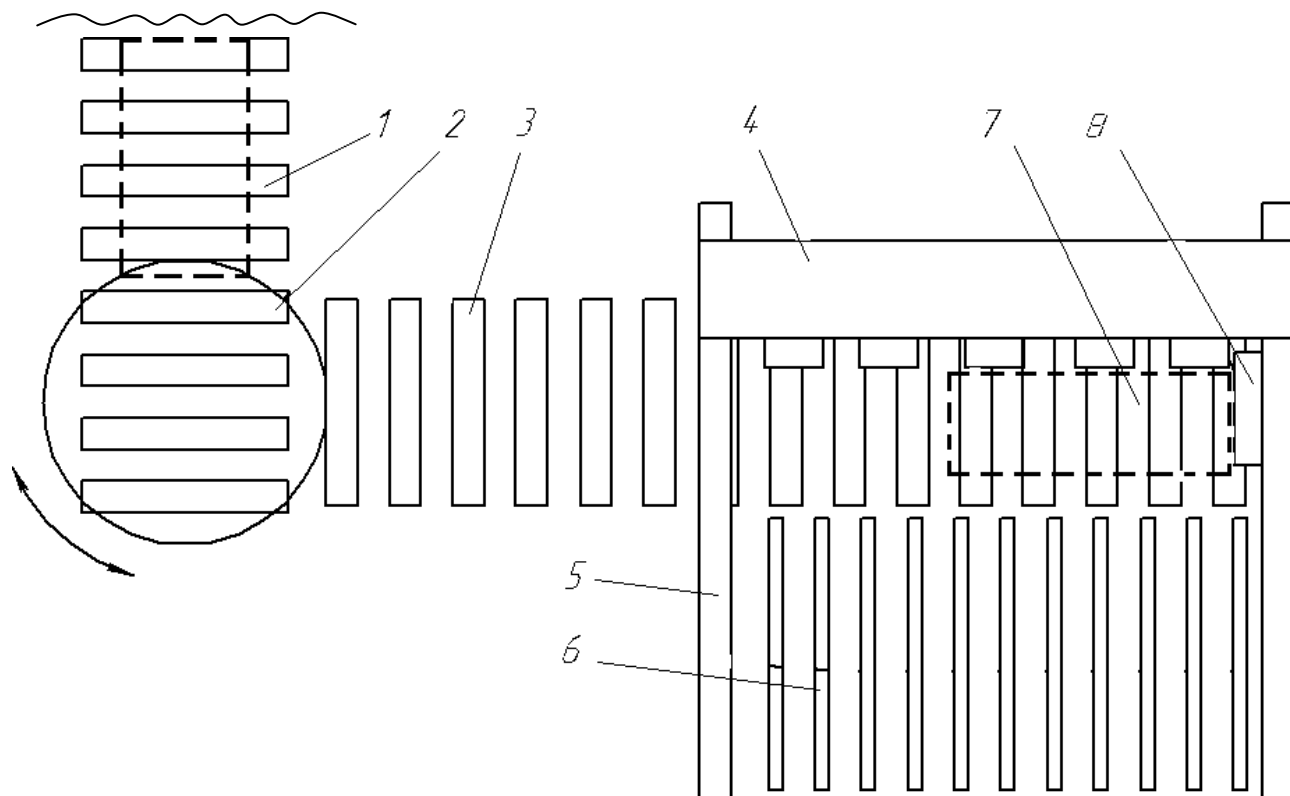


Рисунок 3.1- Вторичная резка металла:

1 - валки подачи заготовки с МНЛЗ; 2 - поворотный стол; 3 - валки подачи на вторичную резку; 4 - машина вторичной резки заготовок; 5 - пути машины вторичной резки заготовок; 6 - стол резки заготовок; 7 - заготовка; 8 - конечный упор

Оператор осуществляет установку резаков машины резки заготовок при помощи пульта (рисунок 3.4), пульт имеет пять кнопок 2 соответствующих пяти резакам и индикационные светодиоды над кнопками указывающие задействованный резак 1, на пульте имеются две кнопки 3 и 4 с помощью которых оператор перемещает каретку вправо или влево. Пульт находится в непосредственной близости от машины вторичной резки. На станции вторичной резки под тележками резаков расположена линейка с шкалой для установки резаков в соответствии с требуемыми длинами отрезков заготовки, в соответствии с шкалой этой линейки оператор выставляет положение резаков. (перенастройка резаков зависит от требуемого сортамента проката и производится не при каждой резке а по мере необходимости)

На рисунке 3.5. изображена станция вторичной резки. Станция вторичной резки 3 перемещается при помощи колес 1 установленных на специальные пути 2, оснащена исчезающим толкателем 4 и каретками газовых резаков 5.

Из-за того что процесс вторичной резки не автоматизирован полностью и управлением вторичной резкой занимается оператор, это отрицательно сказывается на затрачиваемом времени. Так же расстояние между резаками регулируется вручную, что требует дополнительное время на их установку и создает погрешности в готовых размерах. Как результат- большое количество

						220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			27

обрези в ЛПЦ-1, или наоборот недокат слитка до нужной длины и срыв отгрузки покупателю.

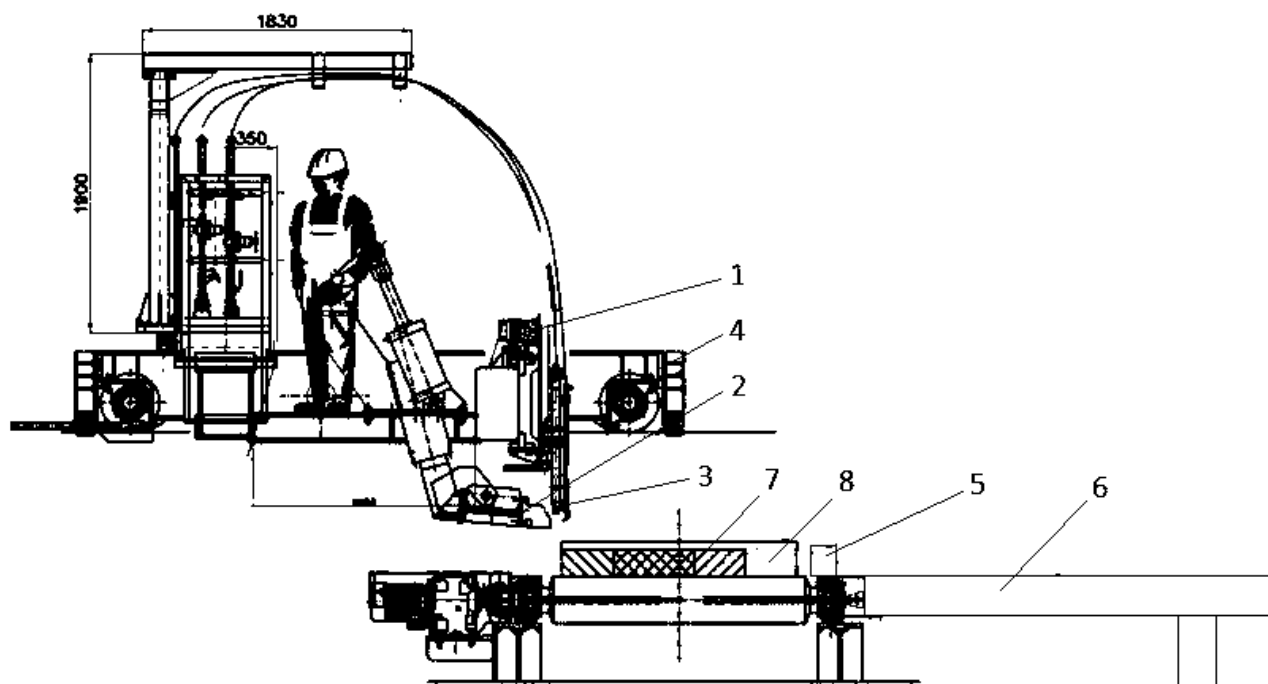


Рисунок 3.2- Машина вторичной резки металла:

1 - тележка резака; 2 - толкатель; 3 - резак; 4 - станция резки; 5 - координирующий ролик; 6 - стол резки; 7 - заготовка; 8 - конечный упор

### 3.2 Анализ недостатков и перспективы развития агрегата газовой резки

На данный момент на машине вторичной газовой резки слябов с момента срабатывания концевого выключателя упора сляба процессом резки управляет оператор, это несет за собой ряд проблем. Во первых это конечно человеческий фактор, если оператор по какой-то причине не произведет резку в установленное время это повлечет за собой срыв работы всей МНЛЗ так как слябы выходят непрерывно. Так же оператор может произвести резку не должным образом, не дорезав слиток до конца что влечет за собой срыв отгрузки покупателю и экономические потери. В зависимости от сортамента производимого проката необходимо перенастраивать положение газовых резаков для резки соответствующей длины отрезков сляба, при перенастройке этой операции в ручную затрачивается дополнительное время. При превышении допустимой погрешности установки тележек газовых резаков результатом является большое количество обрези в ЛПЦ-1, или наоборот недокат слитка до нужной длины и срыв отгрузки покупателю [3].

В перспективе развития МНЛЗ увеличение количества плавков связанное с установкой новой высокопроизводительной электропечи для выплавки металла. С увеличением количества производства заготовок возникает потребность

										Лист
										28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

220301.2010.376.00 ПЗ

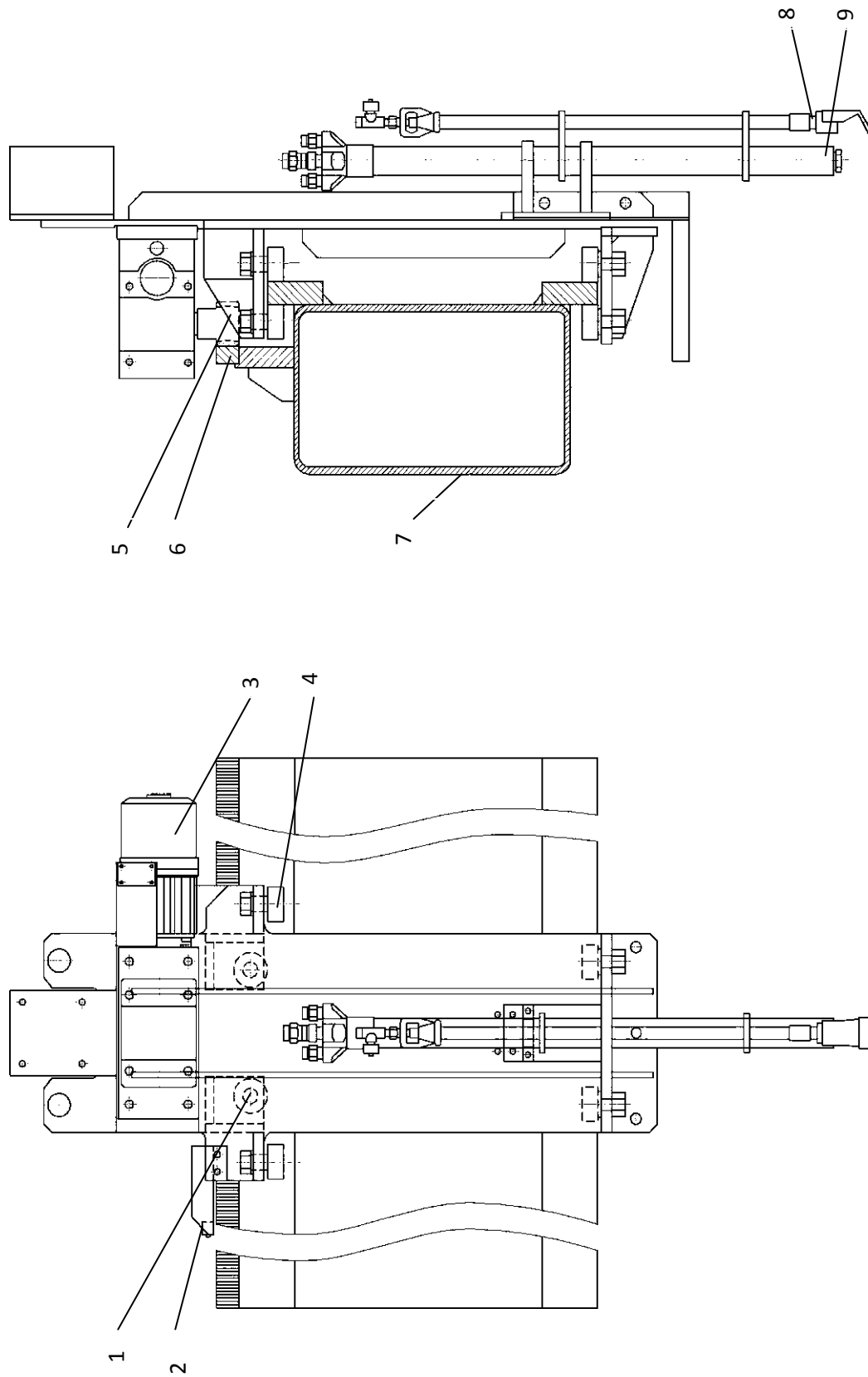


Рисунок 3.3 - Каретка газового резака:

- 1 - верхний ролик; 2 - конечный выключатель; 3 - мотор-редуктор, 4 - нижний ролик, 5 - шестерня передачи; 6 - зубчатая рейка; 7 - рама станции вторичной резки; 8 - устройство вторичного пламени; 9 - газокислородный резак

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

220301.2010.376.00 ПЗ

Лист

29

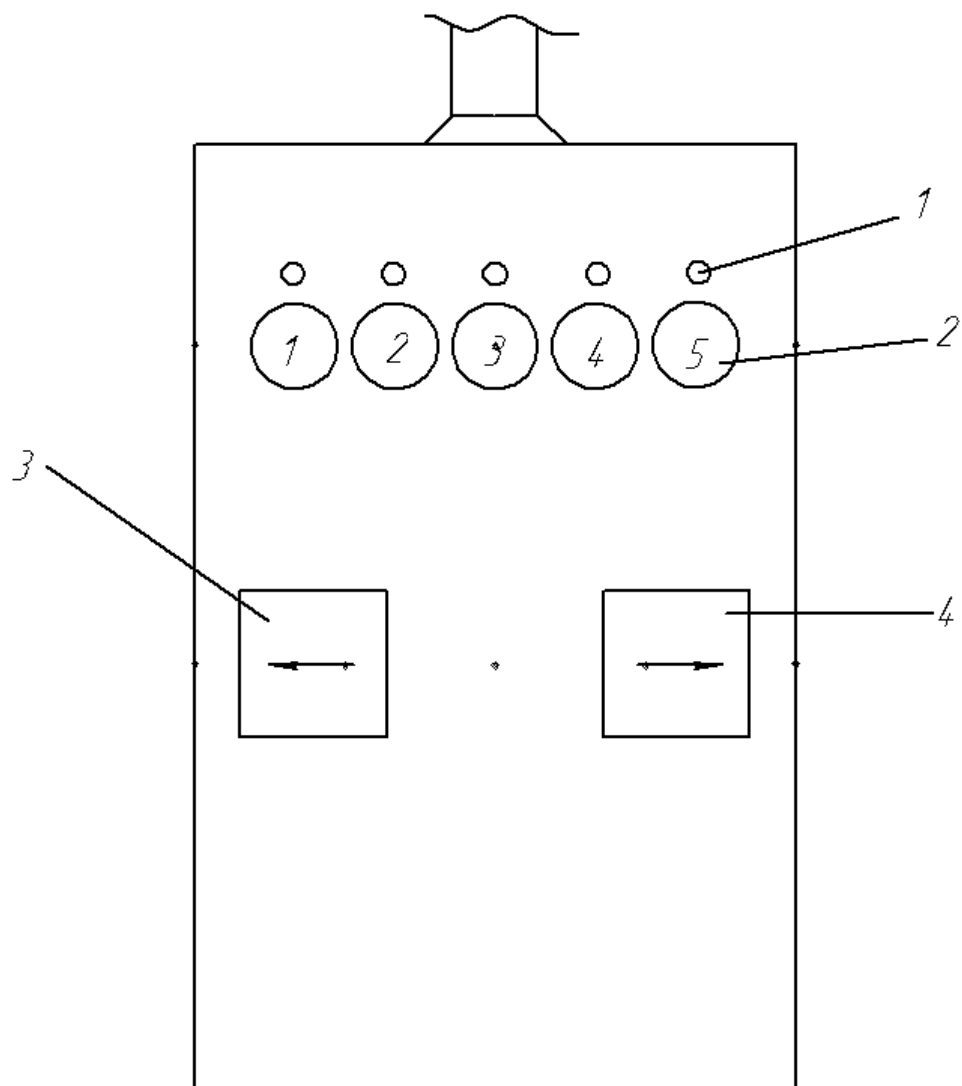


Рисунок 3.4- Пульт управления каретками газового резака:

1 - индикация номера задействованного резака; 2 - кнопки выбора резака; 3 - кнопка передвижения каретки влево; 4 - кнопка передвижения каретки вправо

увеличения скорости обработки этих заготовок а именно их вторичная резка. Для удовлетворения этим условиям время затрачиваемое на агрегате вторичной резки можно уменьшить путем внедрения автоматизации всего процесса резки. При автоматизированной системе резки будет возможным задавать программу на резку заготовок для запланированного сортамента проката, что даст возможность машине работать без вмешательства человека выполняя установленный план работы.

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30



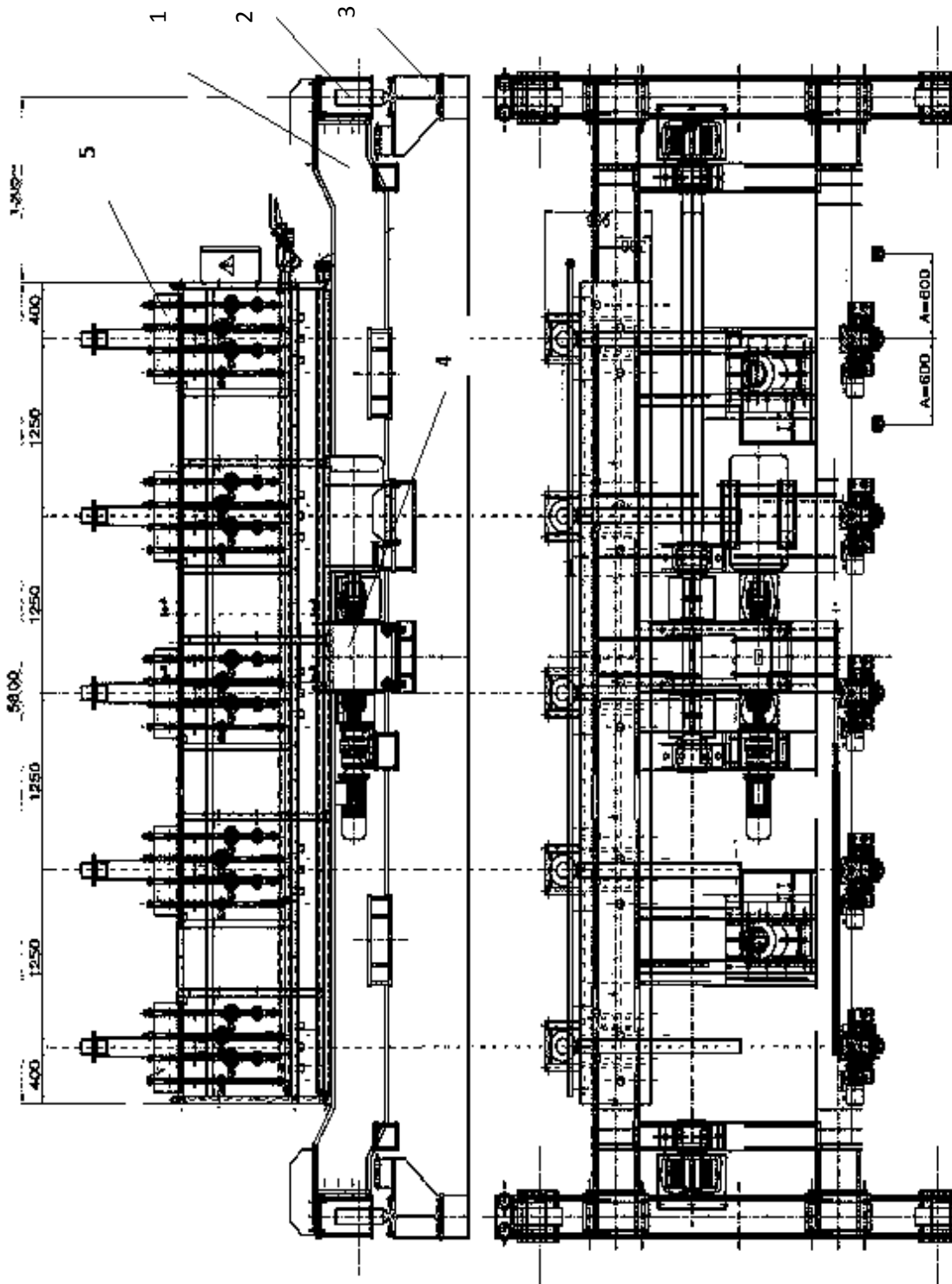


Рисунок 3.5 - Станция вторичной резки:

1 - станция вторичной резки; 2 - колеса передвижения станции; 3 - пути перемещения станции; 4- толкатель, 5 - каретка газового резака

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

220301.2010.376.00 ПЗ

Лист

31

## 4 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ - РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ РЕЗКИ ЗАГОТОВОК

При автоматизации резки заготовок на МНЛЗ перед нами стоит две задачи, первая это автоматизация позиционирования кареток газовых горелок, вторая - автоматизация работы станции вторичной резки МНЛЗ.

### 4.1 Автоматизация позиционирования кареток газовых резаков

На рисунке 4.1 представлена станция резки, на ней расположено пять кареток 1 газовых резаков, таких как на рисунке 3.2. Изменяя положения резаков, перемещающихся по рейке 3 вдоль станции резки, изменяются мерные величины отрезков заготовки (сляба). Для автоматизации позиционирования кареток газовых резаков как и для любой другой системы автоматизации нам необходимо установить программируемый контроллер, устройства обратной связи на каретки газовых резаков и т.д.

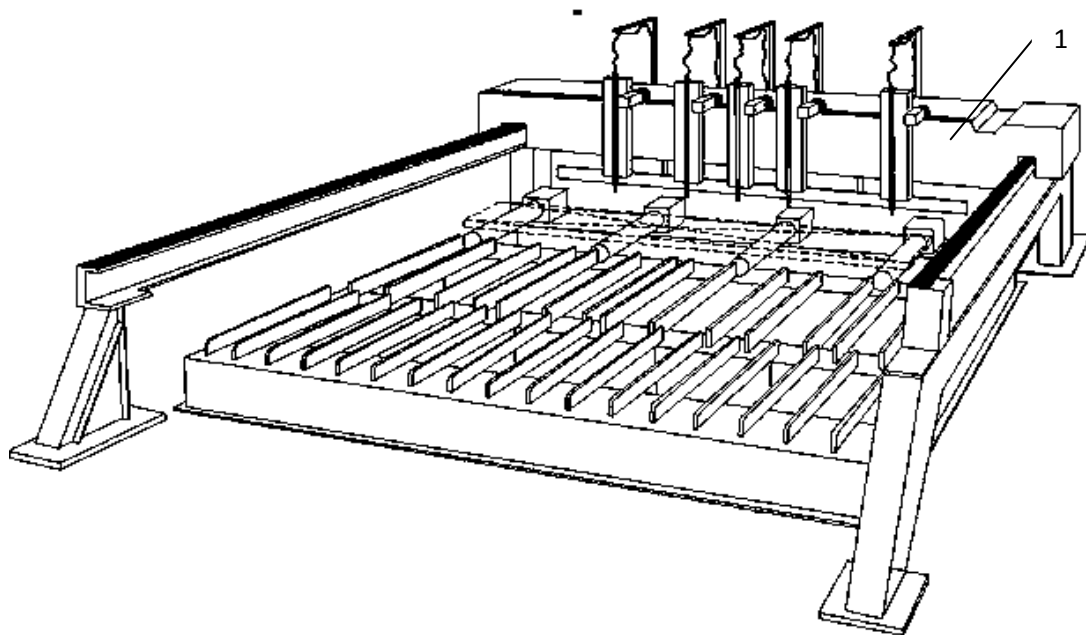


Рисунок 4.1 - Машина вторичной резки слябов:  
1 - каретка газового резака

#### 4.1.1 Разработка и описание структурной схемы позиционирования каретки газового резака

На рисунке 4.3 изображена структурная схема по которой осуществляется позиционирование каретки газового резака. С пульта управления координаты поступают на программируемый контроллер. Датчик положения каретки имеет небольшую погрешность равную значению  $\Delta = 1/n \cdot s$ ; где n-число импульсов

датчика на один оборот двигателя,  $s$ -длина перемещения каретки за один оборот двигателя. Для предотвращения накопления погрешностей перед тем как переместить каретку в заданную координату производится калибровка системы позиционирования, в точке с координатой  $a_x$  находится датчик срабатывающий при прохождении мимо него каретки газового резака. Контроллер сравнивает текущую координату и координату  $a_x$ , в зависимости от этого контроллер через релейную систему и силовой контактор задает вращение приводу в ту или иную сторону (каретка движется в сторону датчика калибровки). При срабатывании датчика калибровки сигнал поступает на программируемый контроллер, который посредством релейной системы и силового контактора отключает привод двигателя. После того как система откалибрована каретка перемещается в заданную с пульта управления координату. Заданная с пульта управления координата сравнивается с координатой  $a_x$  в зависимости от этого контроллер через релейную систему и силовой контактор задает вращение приводу в ту или иную сторону. Энкодер установленный на приводе посылает импульсы (до 2048 импульсов на оборот) на измерительный контроллер, где текущее значение счета сравнивается с необходимым значением (текущая координата положения сравнивается с заданной с пульта управления). При достижении необходимого значения измерительный контроллер посылает сигнал на программируемый контроллер, который в свою очередь через релейную систему и силовой контактор отключает привод каретки.

#### 4.1.2 Разработка и описание алгоритма позиционирования каретки газового резака

На рисунках 4.4 и 4.5 представлен алгоритм позиционирования каретки газового резака. Вначале алгоритма производится ввод данных о требуемом положении тележки (значение  $a_n$ ). Перед тем как позиционировать тележку производится калибровка, из памяти извлекается значение текущего положения тележки (значение  $a_i$ ), сравнивается с координатой положения датчика калибровки ( $a_x - a_i$ ). По результату сравнения привод начинает передвижение каретки в сторону датчика калибровки, при срабатывании датчика калибровки текущее значение положения каретки становится равным координате срабатывания датчика калибровки ( $a_i = a_x$ ), привод останавливается. Затем начинается позиционирование каретки по заданной координате, текущая координата положения сравнивается с требуемой координатой ( $a_n - a_i$ ), в результате сравнения привод начинает перемещение каретки в направлении необходимой координаты. Для предотвращения наезда одной каретки на другую каретку ведется контроль положений соседних кареток ( $|a_i - a_{i-1}| \geq \gamma$ ,  $|a_i - a_{i+1}| \geq \gamma$  где  $a_{i+1}$  и  $a_{i-1}$  координаты положения соседних тележек) разница значений координат должна удовлетворять числу  $\gamma$  ( $|a_i - a_{i+1}| \geq \gamma$ ,  $|a_i - a_{i-1}| \geq \gamma$ ) По мере перемещения ведется сравнение текущей координаты и требуемой, как только разница между

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

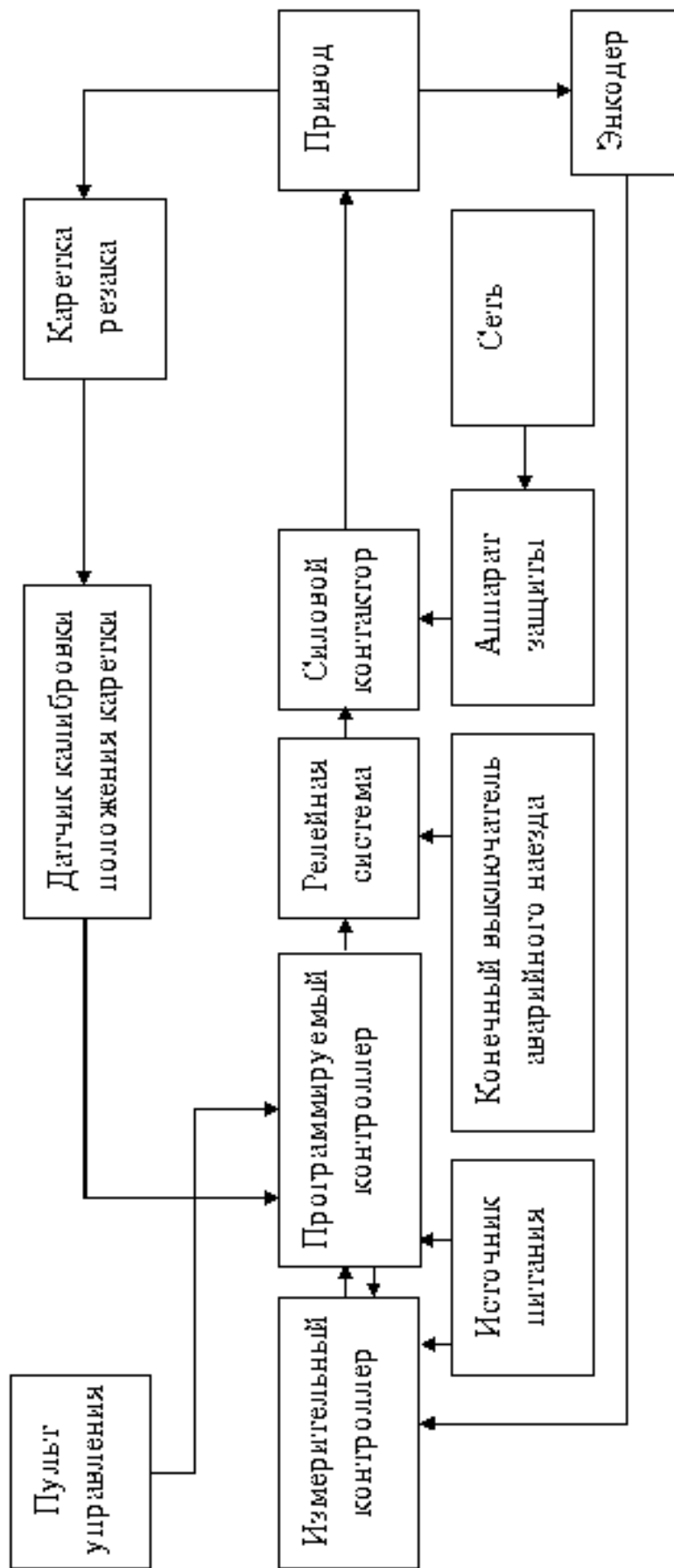


Рисунок 4.3 - Структурная схема позиционирования каретки газового резака

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

их значениями будет удовлетворять точности позиционирования ( $|a_n - a_i| \leq \delta$ , где  $\delta$  - точность позиционирования) привод останавливается. Позиционирование завершено.

## 4.2 Выбор и описание элементов автоматики

### 4.2.1 Выбор контроллера

При построении системы автоматического управления любого назначения и любой степени сложности в основе системы используется контроллер, задача которого обрабатывать сигналы с датчиков и управлять силовыми агрегатами. На данный момент лидером по производству контроллеров для задач различной степени сложности является немецкая компания Siemens производящая контроллеры семейства SIMATIC. ( рисунок 4.6)

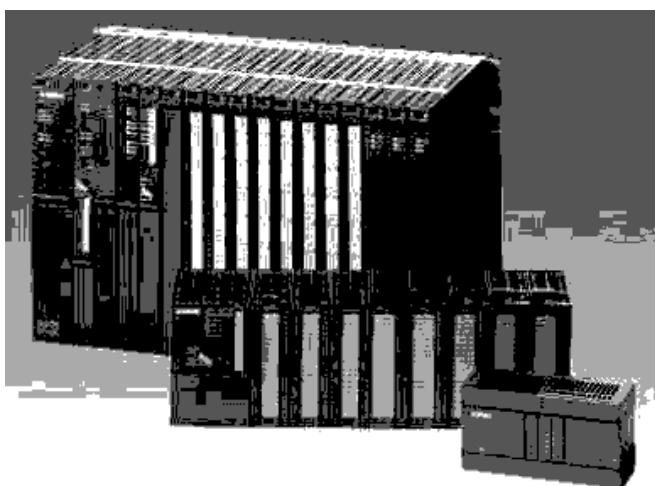


Рисунок 4.4 - Контроллеры SIMATIC

Наиболее популярным и наиболее привлекательным промышленным управляющим комплексом для потребителя в настоящее время является семейство SIMATIC. Оно объединяет комплекс программных и аппаратных средств, являющихся краеугольным камнем построения системы автоматического управления любого назначения и любой степени сложности.

Делать такие выводы дают право два фактора:

- новое программное обеспечение SIMATIC, включающее удобные инструментальные средства для всех этапов работы над проектом автоматизации;
- новые технические средства управления SIMATIC, приспособленные для решения любых задач автоматического управления.

Основу семейства SIMATIC составляет ряд контроллеров различной производительности. Семейство контроллеров SIMATIC включает в свой состав

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

широкую гамму изделий от миниатюрных контроллеров до главных компьютеров. Все контроллеры отличаются высокой производительностью при

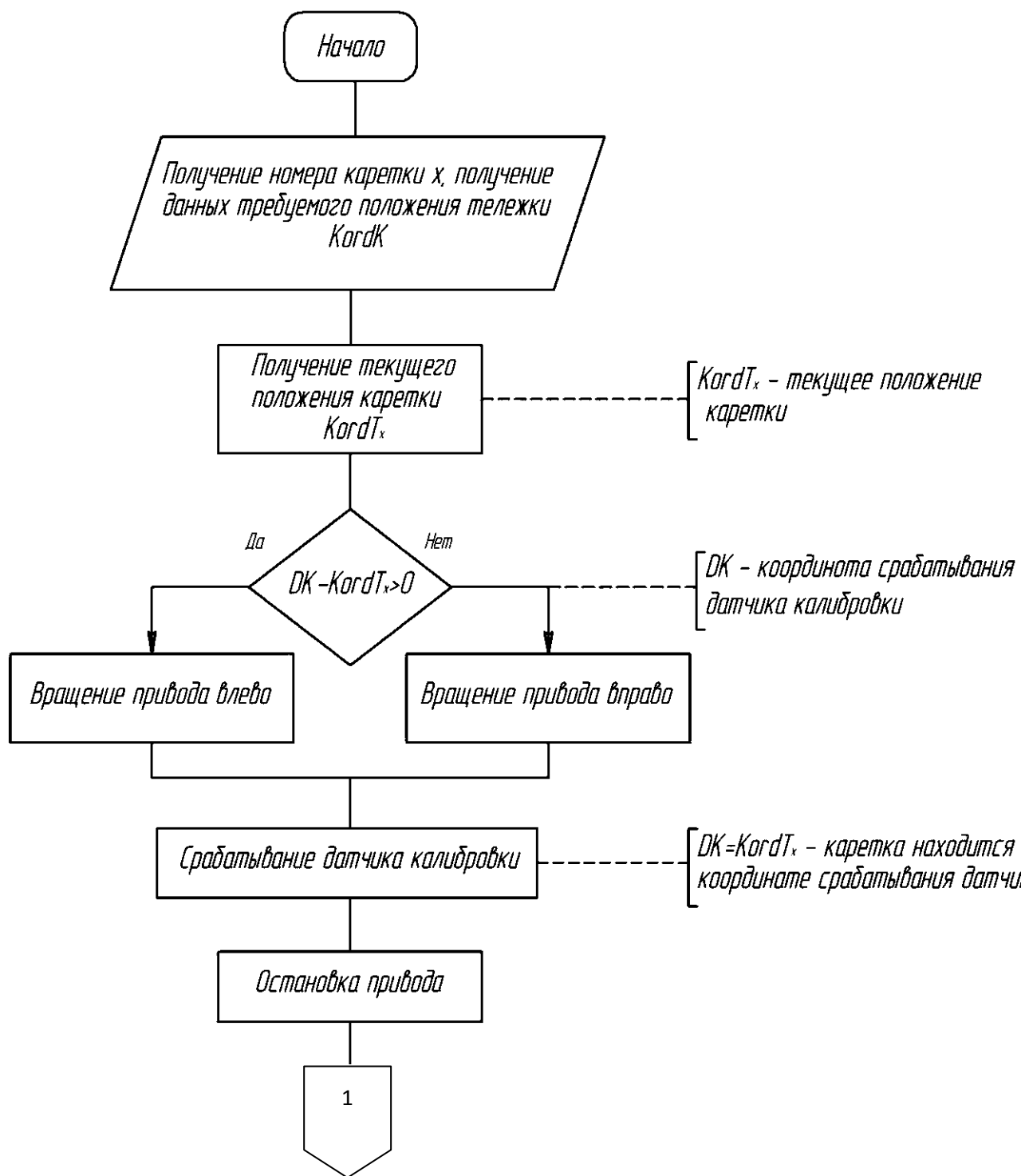


Рисунок 4.5 - Алгоритм программы позиционирования каретки газового резака

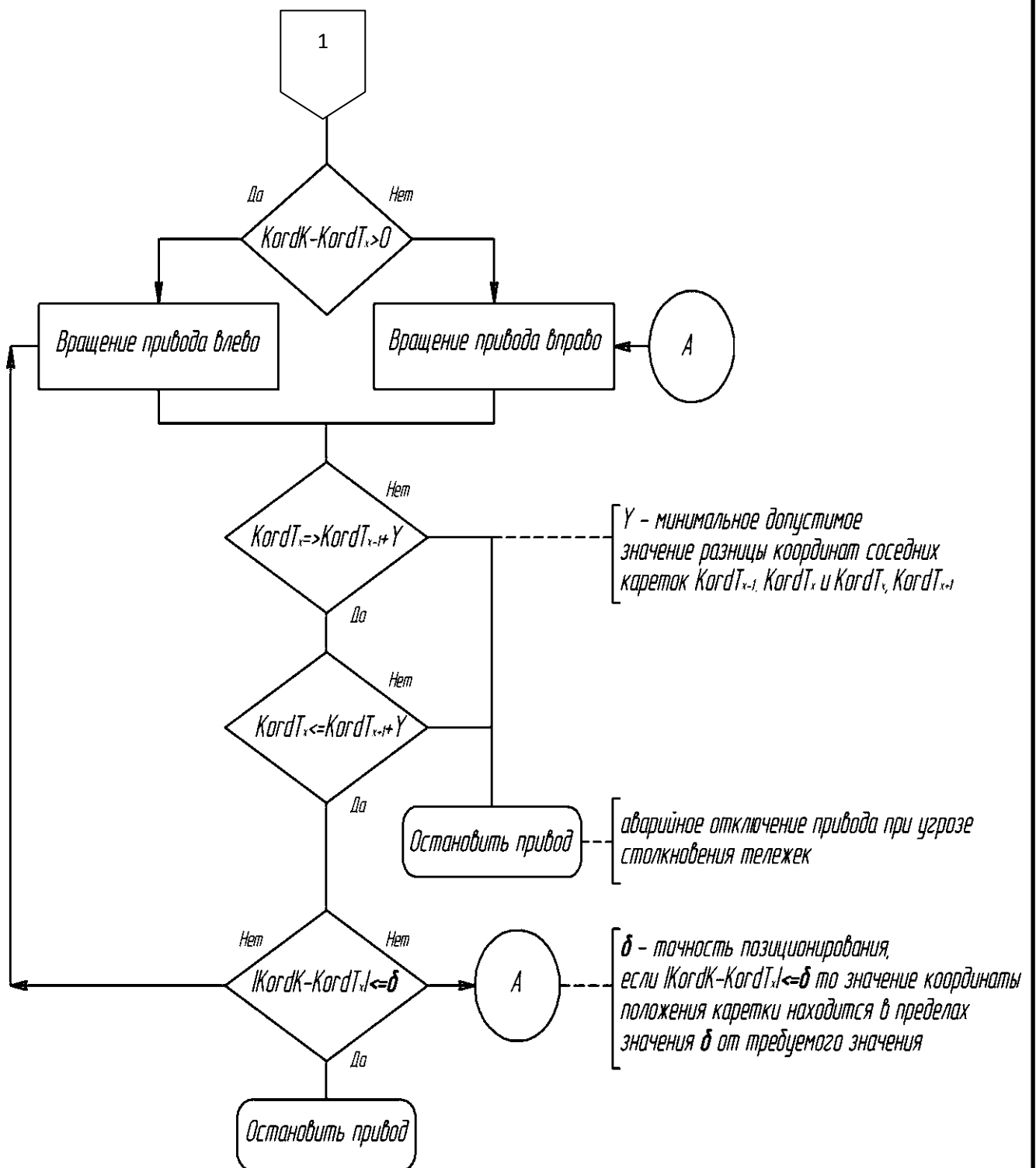


Рисунок 4.6 - Алгоритм программы позиционирования каретки газового резака

незначительных размерах и массе, отвечают жестким требованиям условий эксплуатации, допускают расширение уже в процессе эксплуатации. В настоящее время ПЛК работают не только в разомкнутых системах управления, но и выполняют:

- автоматическое регулирование в составе замкнутых систем;
- позиционирование;
- подсчет событий и масштабирование;
- управление клапанами и многое другое.

С этой целью созданы интеллектуальные модули ввода-вывода. Эти модули снабжены встроенным микропроцессором и способны автономно выполнять критичные ко времени выполнения задания, поддерживая связь с процессом с помощью собственных входов-выходов.

Применение интеллектуальных модулей позволяет существенно разгружать центральный процессор, использовать его вычислительные возможности для решения множества других задач.

### 1 Распределенные входы-выходы

Традиционный вариант построения систем распределенного ввода-вывода связан с необходимостью использования разветвленной сети соединений, что существенно увеличивает стоимость системы управления и повышает вероятность повреждения соединительных линий.

Для построения подобных систем могут быть использованы устройства распределенного ввода-вывода ET 200. Устройства ET 200, мини контроллеры и множество приборов полевого уровня могут быть удалены от программируемого контроллера на расстояние до 23 км.

Соединение всех устройств в единую систему производится через шину PROFIBUS-DP, отвечающую всем требованиям норм EN 50 170.

### 2 Человеко-машинный интерфейс

Неуклонное возрастание сложности систем автоматического управления предъявляет все более широкий круг требований к системам человеко-машинного интерфейса.

Спектр устройств человеко-машинного интерфейса SIMATIC HMI позволяет использовать их для решения задач различной степени сложности.

### 3 Открытые коммуникации.

Производительность любой системы во многом определяется ее гибкостью. Повышение гибкости обеспечивается использованием децентрализованных систем, главным условием создания которых является возможность обмена данными между всеми компонентами системы и главным компьютером.

С этой целью SIMATIC предлагает использовать два типовых решения:

Применение PPI (Point-to-point - точка к точке) интерфейса для соединения небольшого количества узлов. К узлам могут подключаться центральные или коммуникационные процессоры.

Применение локальных сетей Industrial Ethernet или PROFIBUS для организации связи между большим количеством контроллеров.

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38



Модульная структура контроллеров, простота реализации на их основе децентрализованных систем управления, дружелюбный пользовательский интерфейс и возможность эксплуатации без принудительного охлаждения, превращают устройства семейства SIMATIC S7-300 в привлекательное средство решения самых разных задач автоматизации среднего производственного уровня. Наличие в семействе нескольких различных по мощности центральных процессорных устройств и широкого спектра специализированных модулей с разнообразными функциональными возможностями позволяют пользователю выбрать именно те компоненты, которые в наибольшей степени удовлетворяют требованиям стоящей перед ним задачи управления. Модульная структура контроллеров SIMATIC S7-400 обеспечивает возможность последующего наращивания и модернизации системы управления путем добавления дополнительных модулей.

#### 4 SIMATIC S7-400

SIMATIC S7-400 - это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации средней и высокой степени сложности.

Модульная конструкция, работа с естественным охлаждением, возможность применения структур локального и распределенного ввода-вывода, широкие коммуникационные возможности, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы, удобство эксплуатации и обслуживания обеспечивают возможность получения рентабельных решений для построения систем автоматического управления в различных областях промышленного производства. Эффективному применению контроллеров способствует возможность использования нескольких типов центральных процессоров различной производительности, наличие широкой гаммы модулей ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов, функциональных модулей и коммуникационных процессоров.

SIMATIC S7-400 является универсальным контроллером. Он отвечает самым жестким требованиям промышленных стандартов, обладает высокой степенью электромагнитной совместимости, высокой стойкостью к ударным и вибрационным нагрузкам. Установка и замена модулей контроллера может производиться без отключения питания ("горячая замена").

Система автоматизации S7-400 имеет модульную конструкцию. Она может комплектоваться широким спектром модулей, устанавливаемых в монтажных стойках в любом порядке. Система включает в свой состав:

- модули блоков питания (PS): используются для подключения SIMATIC S7-400 к источникам питания =24/ 48/ 60/ 120/ 230В или ~120/ 230В;
- модули центральных процессоров (CPU): в составе контроллера могут использоваться центральные процессоры различной производительности. Все центральные процессоры оснащены встроенными интерфейсами PROFIBUS-DP. При необходимости, в базовом блоке контроллера может быть использовано до 4 центральных процессоров;

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

- сигнальные модули (SM): для ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов;
- коммуникационные модули (CP): для организации последовательной передачи данных по PtP интерфейсу, а также сетевого обмена данными;
- функциональные модули (FM): для решения специальных задач управления, к которым можно отнести счет, позиционирование, автоматическое регулирование и т.д.

При необходимости в составе S7-400 могут быть использованы:

- интерфейсные модули (IM): для связи базового блока контроллера со стойками расширения. К одному базовому блоку контроллера SIMATIC S7-400 может подключаться до 21 стойки расширения;

- модули SIMATIC S5: все модули ввода-вывода контроллеров SIMATIC S5-115U/-135U/-155U могут устанавливаться в соответствующие стойки расширения SIMATIC S5. Кроме того, модули специального назначения IP и WF могут использоваться как в стойках SIMATIC S5, так и в базовом блоке контроллера SIMATIC S7-400. В последнем случае подключение модулей к внутренней шине контроллера S7-400 выполняется через адаптер.

Простота конструкции S7-400 существенно повышает его эксплуатационные характеристики:

Простота установки модулей. Модули устанавливаются в свободные разъемы монтажных стоек в произвольном порядке и фиксируются в рабочих положениях винтами. Фиксированные места занимают только блоки питания, первый центральный процессор и некоторые интерфейсные модули.

Внутренняя шина, встроенная в монтажные стойки. Во все монтажные стойки встроена параллельная шина (P - шина) для скоростного обмена данными с сигнальными и функциональными модулями. Все стойки, за исключением ER1 и ER2 имеют последовательную коммуникационную шину (K-шину) для скоростного обмена большими объемами данных с функциональными модулями и коммуникационными процессорами.

Области применения SIMATIC S7-400 - это мощный программируемый контроллер для построения систем управления средней и высокой степени сложности.

Модульная конструкция, работа с естественным охлаждением, гибкие возможности расширения, мощные коммуникационные возможности, простота создания распределенных систем управления и удобство обслуживания делают SIMATIC S7-400 идеальным средством для решения практически любых задач автоматизации.

Основными областями применения SIMATIC S7-400 являются:

- машиностроение;
- автомобильная промышленность;
- складское хозяйство;
- технологические установки;
- системы измерения и сбора данных;
- текстильная промышленность;

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- упаковочные машины и линии;
- производство контроллеров;
- автоматизация машин специального назначения.

Несколько типов центральных процессоров различной производительности и широкий спектр модулей с множеством встроенных функций существенно упрощают разработку систем автоматизации на основе SIMATIC S7-400.

Если алгоритмы управления становятся более сложными и требуют применения дополнительного оборудования, контроллер позволяет легко нарастить свои возможности установкой дополнительного набора модулей.

Программируемый контроллер SIMATIC S7-400H разработан для построения систем автоматического управления, отличающихся повышенной надежностью функционирования. Наличие резервированной структуры позволяет продолжать работу в случае возникновения одного или нескольких отказов в его компонентах. Как правило, такие системы управляют производствами, простой которых вызывает большие экономические потери.

Благодаря своей высокой надежности SIMATIC S7-400H может использоваться:

В системах с высокими затратами на перезапуск производства в случае отказа контроллера.

В системах с высокой стоимостью простоя.

В процессах обработки ценных материалов (например, в фармацевтической промышленности).

В системах без постоянного контроля со стороны обслуживающего персонала.

В системах с небольшим количеством обслуживающего персонала.

Программируемые контроллеры S7-400F/FH предназначены для построения систем безопасного управления, в которых возникновение отказов не влечет за собой появление опасности для жизни обслуживающего персонала и не приводит к загрязнению окружающей природной среды. На основе программируемых контроллеров S7-400F/FH могут создаваться системы безопасного управления, отвечающие требованиям:

Классов AK1 ... AK6 по DIN V 19250/ DIN V VDE 0801.

Классов SIL 1 ... SIL 3 по IEC 61508.

Категорий 1 ... 4 по EN 954-1.

Сертификаты и одобрения SIMATIC S7-400 отвечает требованиям целого ряда национальных и международных стандартов:

Сертификат соответствия Госстандарта России № РОСС DE.АЯ46.В43188 от 24.01.2000г., подтверждающий соответствие программируемых контроллеров SIMATIC и их компонентов требованиям стандартов ГОСТ Р 50377-92 (стандарт в целом), Сертификат Госстандарта России DE.C.34.004.A № 11992 о регистрации контроллеров S7-400 в Государственном реестре средств измерений № 15773-02. Краткие технические характеристики контроллера SIMATIC S7-400 приведены в таблице 4.1

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Таблица 4.1 - Краткие технические характеристики контроллера SIMATIC S7-400

Наименование	Единицы измерения	значение
Общее количество входов	шт.	18
Напряжение питания	В	24
Максимально допустимое напряжение (для входов измерения напряжения)	В	20
Время интегрирования	мс	2.5/16.6/20/100
Опорная частота преобразования	Гц	400/60/50/10
Рабочая погрешность преобразования	%	±1
Диагностика		Красный светодиод для индикации групповых ошибок и сбоев. Диагностическая информация может быть считана
Потребляемая мощность	Вт	1.3
Фронтальный соединитель		20-полюсный
Габариты	мм	40x125x120
Масса	кг	0.25

#### 5 Система коммуникации

PROFIBUS (Process Field Bus) (читается «профи бас») — открытая промышленная сеть, прототип которой был разработан компанией Siemens AG для своих промышленных контроллеров SIMATIC, на основе этого прототипа Организация пользователей PROFIBUS разработала международные стандарты, принятые затем некоторыми национальными комитетами по стандартизации. Очень широко распространена в Европе, особенно в машиностроении и управлении промышленным оборудованием. Сеть PROFIBUS — это комплексное понятие, она основывается на нескольких стандартах и протоколах. Сеть отвечает требованиям международных стандартов IEC 61158 и EN 50170. Поддержкой, стандартизацией и развитием сетей стандарта PROFIBUS занимается PROFIBUS NETWORK ORGANISATION (PNO).

PROFIBUS объединяет технологические и функциональные особенности последовательной связи полевого уровня. Она позволяет объединять разрозненные устройства автоматизации в единую систему на уровне датчиков и приводов.

PROFIBUS использует обмен данными между ведущим и ведомыми устройствами (протоколы DP и PA) или между несколькими ведущими устройствами (протоколы FDL и FMS). Требования пользователей к получению

						220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			42

открытой, независимой от производителя системе связи, базируется на использовании стандартных протоколов PROFIBUS.

Сеть PROFIBUS построена в соответствии с многоуровневой моделью ISO 7498 — OSI. PROFIBUS определяет следующие уровни:

1 — физический уровень — отвечает за характеристики физической передачи;

2 — канальный уровень — определяет протокол доступа к шине;

7 — уровень приложений — отвечает за прикладные функции.

Ethernet - пакетная технология компьютерных сетей, преимущественно локальных.

Стандарты Ethernet определяют проводные соединения и электрические сигналы на физическом уровне, формат кадров и протоколы управления доступом к среде — на канальном уровне модели OSI. Ethernet в основном описывается стандартами IEEE группы 802.3. Ethernet стал самой распространённой технологией ЛВС в середине 90-х годов прошлого века, вытеснив такие устаревшие технологии, как Arcnet, FDDI и Token ring.

В России так же производятся микроконтроллеры, Российская компания «Контел» занимается разработкой и производством средств и систем автоматизации. В числе производимой ей продукции можно выделить программируемый логический контроллер PC-163D (рисунок 4.7)



Рисунок 4.7 - Программируемый логический контроллер PC-163D

Назначение: программируемый логический контроллер PC163D (далее контроллер) предназначен для автоматизации локальных и комплексных систем управления. Одни и те же аппаратные средства могут быть оперативно переориентированы под разнообразные задачи системой программирования «РЕЛКОН».

Контроллер PC-163D на базе однокристального микропроцессора AT89C51ED2 решает широкий круг задач:

- управление оборудованием сбора информации;

- создание информационно измерительных комплексов;
- создание систем диагностики и аварийной сигнализации и т.п.

Краткие технические характеристики контроллера РС-163D приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Краткие технические характеристики контроллера РС-163D

Наименование параметра	Единицы измерения	значение
Аналоговые входы, токовая петля 0-20 мА (4-20 мА) (ADC),	шт.	4
Аналоговые выходы 0-20 мА (4-20 мА) (DAC),.	шт.	-
Универсальные входы выходы		3
Дискретные входы оптоизолированные, 24 В / 10 мА (DIN),	шт.	5
Дискретные выходы, оптоизолированные электронные ключи, коммутируемое напряжение (постоянное) 0-60 В, рабочий ток 0,1 А (DOUT)	шт.	3
Силовые выходы, коммутируемое напряжение (постоянное и переменное) 220 В, рабочий ток 0,4А, ток срабатывания защиты 0,75 А, защита от короткого замыкания (OUT),	шт.	5
Интерфейс RS 485 (протяженность до 1200 м)	число каналов	1
Питание от сети переменного тока (47-63 Гц),	В	110 – 265
Потребляемая мощность от сети,	Вт	не более 2
Погрешность измерения,	%	+ 0,5
Диапазон температур измеряемой среды датчиками производства ООО «Контэл»,	0С	50 ... +500
Масса,	кг	0,2
Аналоговые входы контроллера рассчитаны на подключение датчиков с унифицированным выходным сигналом тока (0-20 мА; 4-20 мА) или напряжения (0-10 В) с входным сопротивлением R = 500 Ом.		
Дискретные входы контроллера рассчитаны на работу с внешними устройствами, формирующими напряжение 0/24 В. Питание внешних устройств, производится от внешнего источника питания +24В.		
Встроенный пульт управления и индикации, жидкокристаллический дисплей - 2 строки x 12 символов, кнопки управления - P (Shift) вход в режим редактирования, ввода и отображения параметров, # - программирование параметров, (▼, ▲) – переход к необходимому параметру, установка параметра		

Корпус контроллера пластмассовый. Степень защиты IP20. Монтаж на DIN – рельс. Датчики и исполнительные устройства подключаются к разъемным клеммам по обе стороны контроллера РС-163D в один ряд параллельно DIN – рельсу. Универсальные входы/выходы расположены на плате контроллера РС163D и имеют физические номера клеммных контактов 13, 14, 15. Независимо каждый клеммный контакт под № 13-15 функционально.

Полный состав аппаратных средств контроллера РС163D:

- устройство аналогового ввода информации (блок прецизионных делителей напряжения);
- восьмиканальный аналого-цифровой преобразователь (12-ти разрядный);
- устройства дискретного ввода информации с оптической изоляцией;
- центральный процессор (CPU) – 8-ми разрядный однокристалльный микропроцессор AT89C51ED2 (ATMEL), включающий энергонезависимое запоминающее устройство (EEPROM), в котором сохраняются параметры контроллера при отключенном напряжении питания;
- энергонезависимое запоминающее устройство (FRAM), в котором сохраняются протоколы событий с привязкой ко времени и дате;
- часы-календарь реального времени;
- устройство формирования выходных сигналов (оптоизолированные транзисторные ключи –220В/1,0А) с ограничением тока нагрузки в 2,0А и схемой защиты от короткого замыкания;
- встроенный пульт управления и индикации: жидкокристаллический;
- интерфейс обмена информацией RS 485;
- импульсный источник питания КИ-220-2-5 (5В/300мА), производства ООО «Контэл».

В качестве программного обеспечения для контроллера поставляется система программирования «РЕЛКОН» (таблица 4.3). Дистрибутив системы программирования «РЕЛКОН» с подробным описанием и примерами готовых программ находится на сайте [www.kontel.ru](http://www.kontel.ru).

Таблица 4.3- Краткие технические характеристики системы программирования «РЕЛКОН».

Наименование	Единица измерения	Значение
Объем памяти занимаемый на жестком диске	МБайт	не более - 40
Память программы пользователя,	КБайт	не менее - 54
Количество переменных пользователя	Байт	не менее - 1808
Количество переменных пользователя с сохранением -при отключении напряжения питания (в EEPROM) -в ОЗУ часов реального времени	Байт	16
	Байт	20

Окончание таблицы 4.3

Наименование	Единица измерения	Значение
Максимальное количество управляемых дискретных выходов	шт.	16
Максимальное количество управляемых аналоговых выходов		2
разрядность выходов ЦАП	Бит	8
Максимальное количество аналоговых входов		8
разрядность входов АЦП	Бит	12
Порт для подключения Пульты -Управления и Индикации	шт.	1
-максимальное количество подключаемых пультов	шт.	8 + 1 ЖК-пульт.
Часы реального времени с функцией архивации аварийных сигналов с привязкой ко времени и дате сигналов		5
Порт подключения к сети RS485 - 1 скорость обмена информацией по сети RS485, -количество контроллеров одновременно в сети RS485	Бит/с шт.	19200 256

Рассмотрев выше указанные контроллеры видно что у контроллера компании Siemens есть ряд преимуществ перед контроллером компании «Контел» , таких как:

- модульная конструкция;
- возможность использования нескольких типов центральных процессоров различной производительности;
- обладает высокой степенью электромагнитной совместимости, высокой стойкостью к ударным и вибрационным нагрузкам;
- модульная конструкция может комплектоваться широким спектром модулей, устанавливаемых в монтажных стойках в любом порядке.

Выбрав контроллер SIMATIC S7-400 производства компании Siemens, дополним его подключаемым модулем скоростного счета для работы с датчиком вращения двигателя (энкодером), модуль скоростного счета FM 450-1 представлен на рисунке 4.8.

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



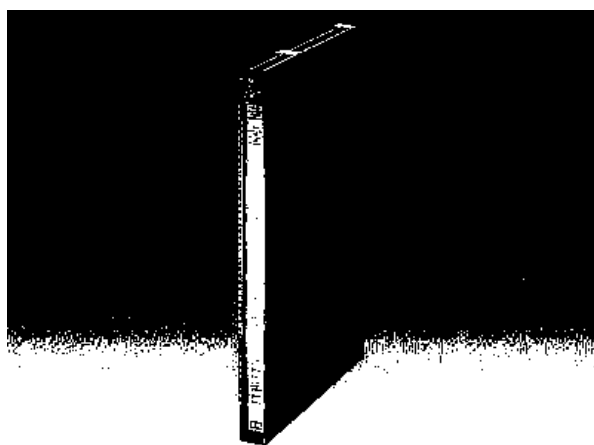


Рисунок 4.8 - Модуль скоростного счета FM 450-1

Модуль скоростного счета FM 450-1 ведет счет и сравнение импульсов посылаемых энкодером при вращении двигателя привода каретки.

Интеллектуальный модуль FM 450-1 может устанавливаться в программируемые контроллеры S7-400. Он включает в свой состав 32-разрядный программируемый счетчик и оснащен тремя дискретными входами и двумя дискретными выходами. К входу счетчика может быть подключен 5- или 24В инкрементальный датчик положения с частотой следования импульсов до 500кГц. Питание датчика осуществляется непосредственно от FM 450-1. Дискретные входы позволяют производить управление работой счетчика. Программным способом счетчик может быть настроен на работу в режиме:

- непрерывного выполнения счетных операций;
- выполнения одного цикла счета;
- периодического повторения счетных операций.

Модуль выполняет подсчет импульсов, поступающих от инкрементального датчика, определяет направление счета и позволяет сравнивать содержимое счетчика с двумя заданными значениями. Входные дискретные сигналы используются для запуска и остановки выполнения счетных операций. Результаты выполнения операций сравнения могут использоваться двумя способами:

- для непосредственного управления дискретными выходами. За счет конфигурирования выходы можно настроить на работу в пороговом режиме или в режиме формирования импульсов;
- для формирования сигналов прерываний, используемых для обслуживания FM 450-1 со стороны центрального процессора контроллера.

FM 450-1 поддерживает выполнение операций синхронизации, что позволяет применять его в составе систем управления, использующих изохронный режим работы.

FM 450-1 имеет в наличии 2 счетных канала и возможность установки модуля только в монтажные стойки программируемого контроллера S7-400. Поддерживается независимая настройка каждого канала.

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Если дополнительные модули контроллера S7-400 специально разработанны для расширения возможностей и наибольшей адаптации к разрабатываемой системе автоматизации то выбрать энкодер мы можем любой.

#### 4.2.2 Выбор энкодера

Для решения всевозможных задач в различных областях науки и техники широко применяются угловые, или вращательные, энкодеры — преобразователи информации об абсолютном или относительном угловом положении вала в кодовый цифровой сигнал.

Необходимо выбрать наиболее подходящий по техническим и ценовым характеристикам энкодер.

Развитие различных технологий позволяет удовлетворять непрерывно растущие требования, предъявляемые к устройствам данного типа в плане точности, надежности, компактности и цены. Хотя разработано множество принципов эффективной работы угловых датчиков, в настоящее время одним из наиболее популярных типов устройств по-прежнему являются оптические энкодеры.

Достоинствами оптических энкодеров, как инкрементальных, так и абсолютных, является легкость монтажа, высокая степень защиты и нечувствительность к радиальным и аксиальным допускам и биениям, высокая помехоустойчивость при передаче сигнала по проводам значительной длины.

При изменении углового положения вала относительно его исходного состояния, инкрементальные энкодеры вырабатывают выходной сигнал, представляющий собой последовательность импульсов прямоугольной формы. Количество импульсов на оборот (разрешающая способность) пропорционально изменению углового положения вала и может достигать 10 000 импульсов на один оборот. Путем обработки сигнала от инкрементального датчика можно получить информацию о текущем значении угла поворота вала относительно опорной индексной отметки (методом последовательных приращений), а также об угловой скорости.

Желаемые характеристики:

- диапазон рабочих температур от 0 до 90 °С;
- количество импульсов на оборот от 128;
- напряжение питания - 12В;
- диаметр вала - 8мм;
- степень защиты - IP 64 и выше;
- цена - не дороже 3000 рублей.

Сравнительные технические характеристики энкодеров приведены в таблице 4.5.

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Таблица 4.5- Сравнительные технические характеристики энкодеров

Характеристики	ЛИР-158 Россия	Rotapuls C50 Италия	Sick-Stegmann DKS40 Германия
Рабочий диапазон температур, °С	от 0 до +90	от -20 до +90	от -40 до +90
Кол-во импульсов на оборот	128	256	256
Напряжение питания, В	от +5 до 30В	от +5 до 30В	от +5 до 30В
Диаметр вала, мм	8	8	8
Степень защиты	Ip64	Ip64	Ip64
Цена, руб.	2550	2100	1900

Как видно и таблицы наиболее подходящие характеристики отвечающие задаваемым требованиям являются энкодеры Sick-Stegmann серии DKS 40, рисунок 4.9.



Рисунок 4.9 - Энкодер Sick-Stegmann серии DKS 40

Серия DKS40 следующие технические характеристики:

- разрешение до 2048 импульсов на оборот;
- степень защиты IP64;
- прочный штампованный цинковый корпус Ø50мм;
- три различных электрических выходных интерфейса: выход с открытым коллектором NPN, TTL/RS422, HTL/push-pull;
- универсальный восьмижильный кабель длиной 0,5 м;
- механические параметры: соединительный вал Ø8-13мм, крепление корпуса -торцевой фланец;
- рабочий диапазон температур: 0-70 °С;
- соответствует требованиям по электромагнитной совместимости согласно стандартам DIN EN 61000-6-2, DIN EN 61000-6-3;
- соответствует требованиям по ударопрочности и виброустойчивости согласно стандартам DIN EN 60068-2-27 и DIN EN 60068-2-6.

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Ряд отличительных особенностей и преимуществ серии DKS40 заслуживает особого внимания:

- низкая стоимость — розничная цена датчика составляет порядка 116 евро, что сравнимо со стоимостью отечественных энкодеров (потенциальная выгода для заказчика — возможность снизить себестоимость готовой продукции);

- цинковый штампованный корпус со степенью защиты IP64 обеспечивает полную защиту от проникновения пыли и работу в условиях повышенной влажности и водяных брызг;

- диаметр корпуса 50 мм позволяет экономить пространство и использовать энкодер в условиях дефицита места;

- разрешение от 0 до 2048 импульсов на оборот позволяет гибко подстраивать энкодер для решения самых различных задач заказчика;

- соединительный кабель в виде экранированной витой пары в оболочке из термоэласто пласта обеспечивает полную безопасность передачи данных в условиях электромагнитных помех и является стойким к воздействию масла, горючего, соленой воды, ультрафиолетового излучения и жизнедеятельности различных микроорганизмов. (Следует отметить, что многие другие производители энкодеров используют неэкранированные полихлорвиниловые кабели, которые не обладают подобными свойствами);

- универсальность крепления кабеля к корпусу обеспечивает монтаж кабеля как в радиальном, так и в осевом исполнении, при этом монтаж кабеля осуществляется без изгибов и с полным отсутствием механического напряжения в месте крепления кабеля к корпусу;

- три варианта монтажа энкодера с использованием различных фланцев и втулок позволяют обеспечить монтаж датчика в самых различных условиях эксплуатации с выполнением требований унификации и взаимозаменяемости с другими типами энкодеров;

- позволяет использовать данные устройства в самых различных системах управления и счетчиках; кроме того, интерфейсы TTL/RS422 обеспечивают безопасность передачи информации на значительные расстояния.

Конструкция стандартного оптического энкодера проиллюстрирована на рисунке 4.10. Светодиоды генерируют световой пучок, который проходит к фотоприемникам через прозрачный диск с нанесенными на него непрозрачными физическими метками. Абсолютный энкодер, как правило, отличается наличием уникальной комбинации меток в виде линий или секций переменной угловой ширины для каждого углового положения, а инкрементальный энкодер использует диск, на котором равномерно нанесены однотипные метки (за исключением индексной), поскольку основная задача инкрементального устройства — детектирование пошагового перемещения с опорой на нулевую (индексную) метку при включении питания. Полученные фотоприемниками световые пучки в дальнейшем обрабатываются переключающей электронной схемой — формирователем выходных импульсов.

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50



Рисунок 4.10- Конструкция стандартного оптического энкодера

Серия DKS40 реализована по специальной патентованной технологии с использованием минидисков, и имеет несколько иную, отличную от стандартной, конструкцию, что в совокупности позволяет снизить себестоимость датчика и значительно уменьшить размеры энкодера.

Принцип работы минидискового энкодера DKS40 проиллюстрирован на рисунке 4.11. Минидисковый энкодер состоит из источника света, центрированного с осью вращения, и фотоприемника, расположенного напротив излучателя (рисунок 4.12). Для компенсации влияния радиальных биений вызванных, эксцентриситетом, луч многократно проходит путь от излучателя к приемнику через диск с метками, Интегральная схема выполненная по принципу ASIC, содержит не только фотоприемники, но так же схемы усиления и обработки сигнала, а так же токовый контур, делитель и интерфейсный блок.

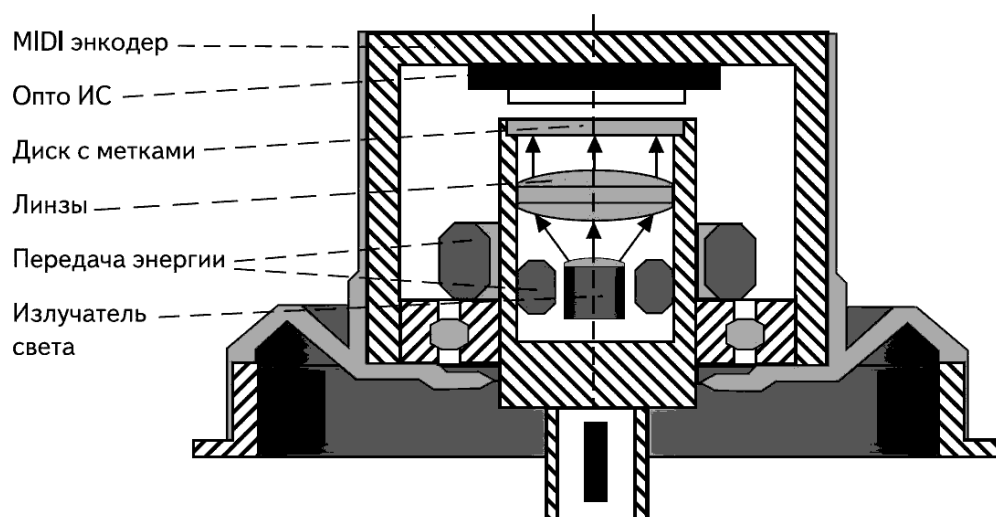


Рисунок 4.11- Иллюстрация принципа работы минидискового энкодера DKS40

Центрированное расположение диска с метками требует расположение источника света, центрированного относительно оси вращения энкодера. Данная особенность потребовала разработки специальных методов преобразования энергии, воплощенных посредством ряда инновационных решений компании Sick-Stegmann. Так, высокое качество, надежность и низкую цену данного изделия позволила обеспечить высокая степень автоматизации микросборки.

Основным преимуществом минидискового энкодера является его повышенная устойчивость к механическим нагрузкам. В частности, это обеспечивает устойчивость устройства к механическим ударам с устойчивостью 100g и виброустойчивостью до 50g (рисунок 4.12).

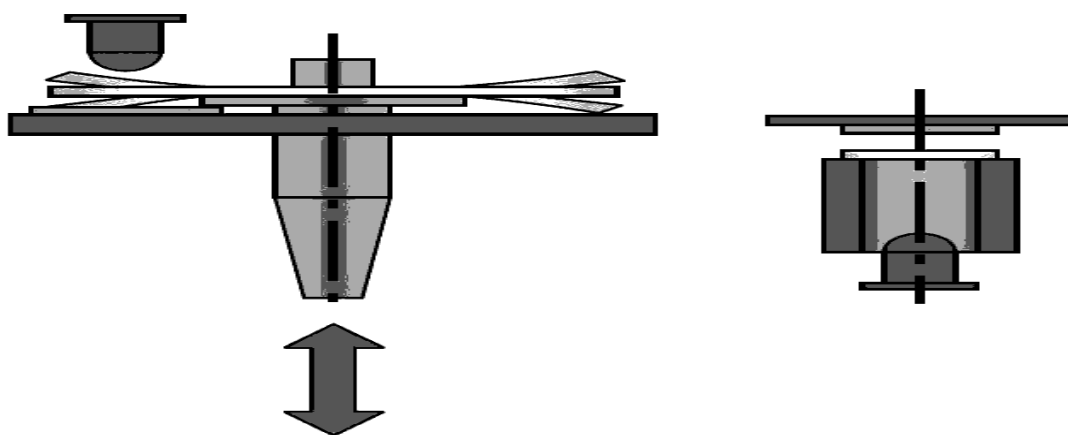


Рисунок 4.12- Иллюстрация устойчивости минидискового энкодера к механическим нагрузкам

Подобная конструкция углового преобразователя позволяет использовать диск с метками значительно меньшего диаметра, в сравнении с дисками других оптических энкодеров (рисунок 4.13). На рисунке 4.14 показано увеличенное изображение кодового диска инкрементального энкодера DKS40.

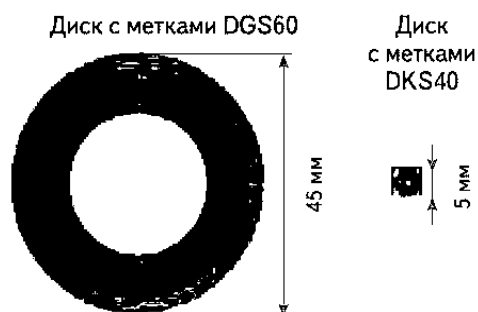


Рисунок 4.13 - Сравнение датчиков с метками стандартного и минидискового энкодера

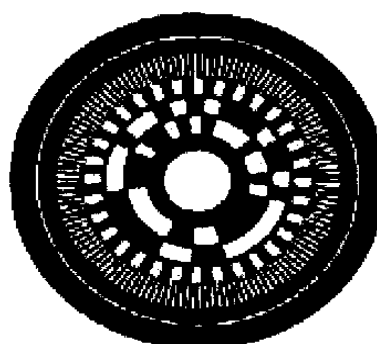


Рисунок 4.14 - Кодовый диск энкодера DKS40 (увеличенный)

Специально для многократного считывания светового потока была также разработана сканирующая матрица, позволяющая значительно повысить надежность работы энкодера (рисунок 4.15).

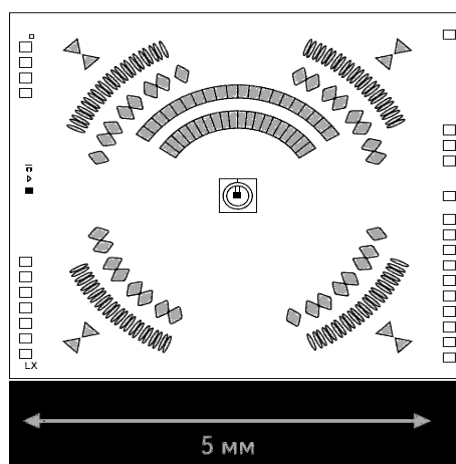


Рисунок 4.15 - Считывающая матрица энкодера DKS40

Вращение энкодеру будет передаваться от ротора двигателя собственной моторизации каретки газового резака.

#### 4.2.3 Привод каретки газового резака

В качестве привода для перемещения и точной установки каретки газового резака используется мотор-редуктор фирмы Rossi motoriduttori 71с6 (рисунок 4.16) Редуктор включает в себя пару зубчатых колес и червячную пару с передаточными отношениями соответственно 3,8х63 (общее передаточное число 239,4). Двигатель оснащен электромагнитным тормозом который растормаживает двигатель при включении питания и затормаживает при выключении. Краткие характеристики мотор-редуктора motoriduttori 71с6 приведены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 - Краткие характеристики мотор-редуктора motoriduttori 71с6

Наименование	Единицы измерения	Значение
Мощность	кВт	0,25
Напряжение	В	380
Частота сети	Гц	50
Степень защиты	IP	55
Степень изоляции		F
Передаточные отношения		3,8 х63

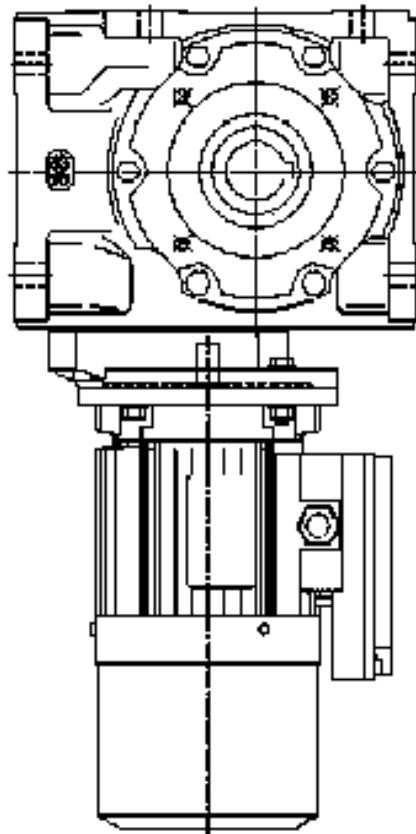


Рисунок 4.16 - Мотор-редуктор Rossi motoriduttori 71с6

Способ монтажа представлен на рисунке 4.17

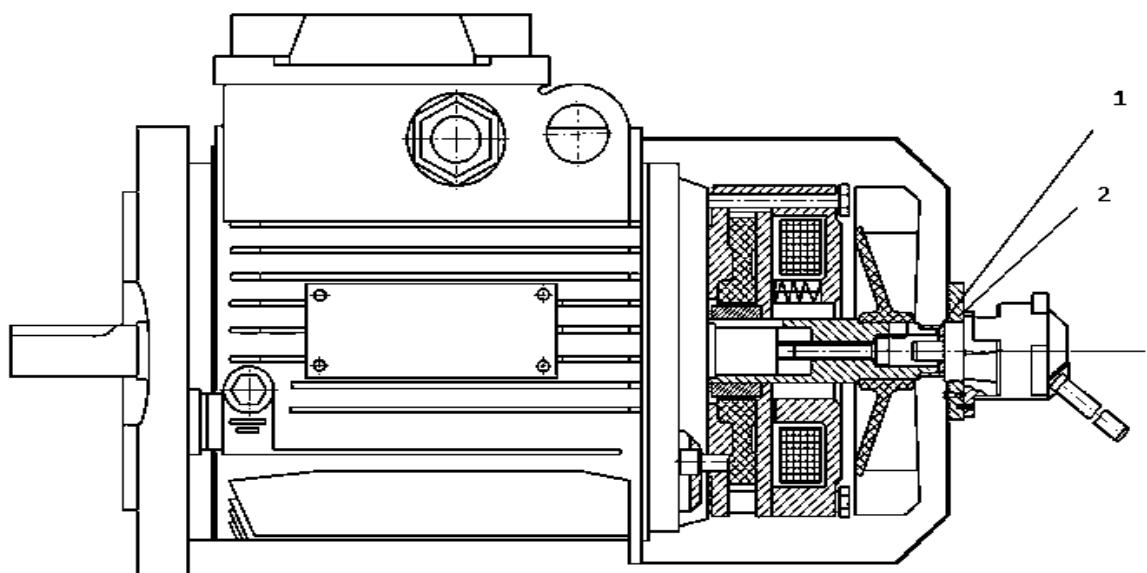


Рисунок 4.17- Способ монтажа энкодера

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

220301.2010.376.00 ПЗ

Лист

54



Установка энкодера осуществляется путем соединения оси ротора двигателя и оси энкодера втулкой 1 и установкой планшайбы 2.

При установке энкодера в качестве датчика перемещения возникает проблема накопления погрешности, так как на каждое перемещение приходится погрешность 1/1500 оборота ротора мотора (по характеристикам энкодера DKS 40) соответственно на каждое новое перемещение погрешность положения каретки газового резака будет увеличиваться. Для предотвращения накопления погрешностей устанавливаем датчик, задача которого регистрировать прохождение каретки газового резака мимо него и присваивать ей в этот момент заданное значение положения.

Для такого рода задач широко используют оптические датчики.

#### 4.2.4 Выбор оптических датчиков

Оптические датчики широко применяются в качестве бесконтактного ключа в различных автоматизированных системах.

Оптические датчики бывают следующих видов:

- барьерные (работает на пересечении луча между излучателем и приемником, дальность от 0 до 3м, 0 до 5м, 0 до 10м) (рисунок 4.18);



Рисунок 4.18 - Барьерные датчики

- диффузорные (работает на отражении от объекта, дальность от 0 до 500 мм) (рисунок 4.19);



Рисунок 4.19 - Диффузорные датчики

- рефлекторные (работает на отражении луча от рефлектора, дальность до 5 метров) (рисунок 4.20);

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

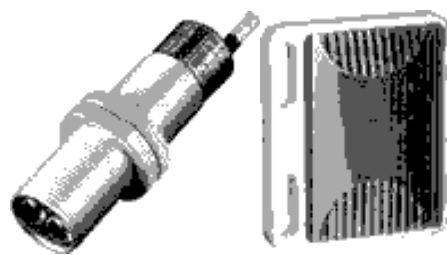


Рисунок 4.20 - Рефлекторные датчики

- щелевые (работает на прерывании луча в щели датчика) (рисунок 4.21);

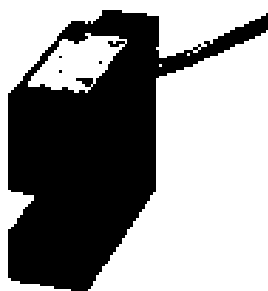


Рисунок 4.21 - Щелевые датчики

и.т.д.

для нашей задачи оптимальным является щелевой датчик, т.к он компактен и его работоспособность не зависит от степени отражения объекта. Необходимо установить датчики для каждой из тележек в ее ареале передвижения и оборудовать тележки флажками пересекающими при прохождении щель датчика.

Краткие технические характеристики щелевых оптических датчиков приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 - Краткие технические характеристики щелевых оптических датчиков

Наименование датчика	Зазор, мм	Ток диода, мА максимальный	Цена, Руб.	Рабочая температура, °С
ELFA, EE-SX 1107/8/9	3	50	48	25-100
ELITR 8402	5	60	70	25-100
Меандр, ВМКО-154	9,5	50	45	25-100

В наших условиях наилучшим будет выбрать датчик ВМКО-154 производства российской компании «Меандр» с зазором 9,5мм, т.к такой зазор обеспечит беспрепятственное прохождение флажка в условиях повышенной вибрации. Атак же он является самым дешевым из представленных.

## 4.3 Автоматизация станции вторичной резки

### 4.3.1 Разработка и описание структурной схемы автоматизирования станции вторичной резки

На рисунке 4.22 изображена структурная схема автоматизации станции вторичной резки. Электрическая сеть через аппарат защиты питает силовой контактор включения привода перемещения станции, силовым контактором управляет релейная схема подключенная к программируемому контроллеру, так же к релейной схеме подключен силовой контактор привода вращения валков и электроклапаны подачи кислорода, пропана и электроклапан управления пневмопроводом толкателя. Релейной схемой управляет программируемый контроллер SIMATIC S7-400. Программируемый контроллер SIMATIC S7-400 имеет собственный источник питания, в контроллер заложена программа основанная на сигналах датчиков, обрабатывая которые контроллер согласно программе посылает электрические сигналы на релейную схему. Контроллер имеет входы для подключения датчиков в которые подключены четыре конечных выключателя положения станции газовой резки и два конечных выключателя положения толкателя, так же подключены датчики давления пропана и кислорода системы питания резаков.

### 4.3.2 Разработка и описание алгоритма работы программы автоматизации станции вторичной резки

Алгоритмы работы программы автоматизации станции вторичной резки приведены на рисунках - 4.23, 4.24, 4.25, 4.26. Представленный ниже алгоритм программы автоматизации станции вторичной резки имеет следующий принцип работы - при поступлении сигнала о наличии сляба включается привод вращения валков перемещающих заготовку с поворотного стола на машину вторичной резки. При достижении заготовкой упора позиционирования срабатывает конечный выключатель 1 дающий сигнал на отключение вращения валков и включение привода толкателя (опускание толкателя. Заполнение воздухом первой полости пневмоцилиндра привода толкателя ), при полном опускании толкателя срабатывает конечный выключатель 2, он дает сигнал на отключение привода толкателя и включение привода передвижения станции в первом режиме (привод передвижения станции оснащен импульсным регулятором скорости настроенным на два режима- перемещение заготовки и резка заготовки, для каждого режима есть три позиции- вращение, стоп и реверсивное вращение). Передвигаясь с опущенным толкателем станция перемещает заготовку с валков на стол резки. При полном перемещении заготовки срабатывает конечный выключатель 3, дающий сигнал на отключение привода перемещения станции и включение реверса привода толкателя (поднятие толкателя. Заполнение воздухом второй полости пневмоцилиндра привода толкателя). При полном поднятии толкателя срабатывает конечный выключатель.

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

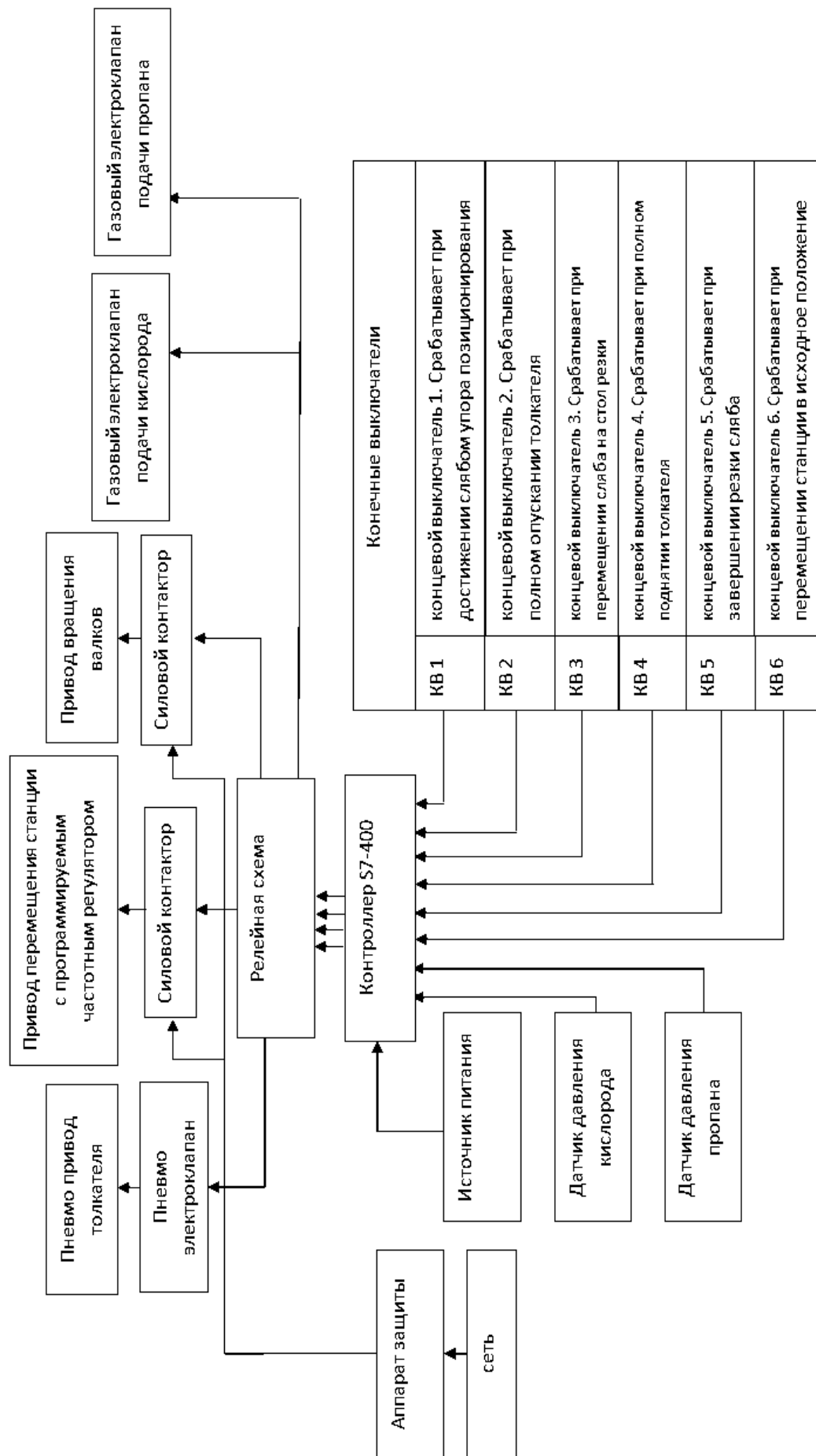


Рисунок 4.22 - Структурная схема автоматизации станции вторичной резки

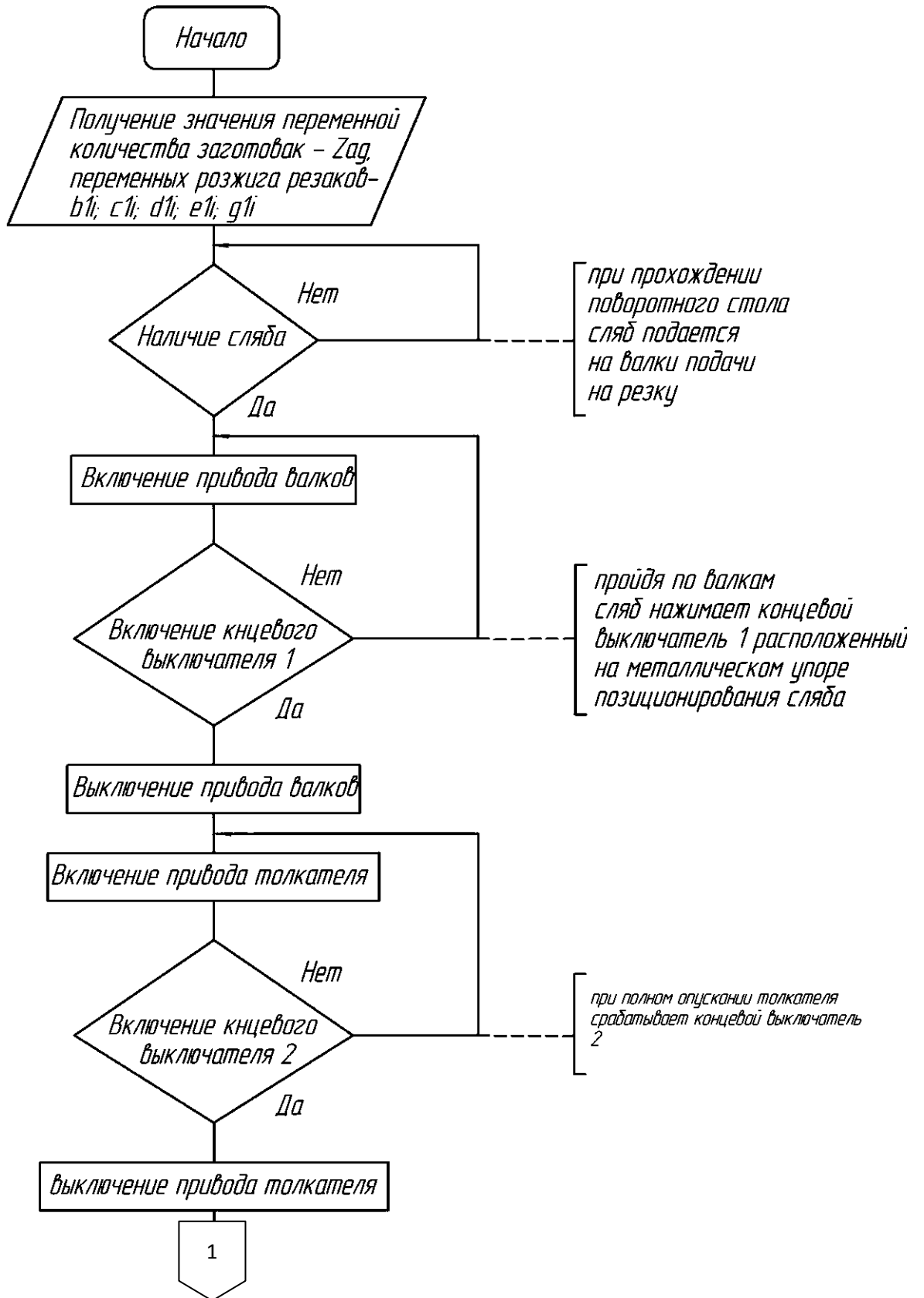


Рисунок 4.23 - Алгоритм работы программы автоматизации станции вторичной резки

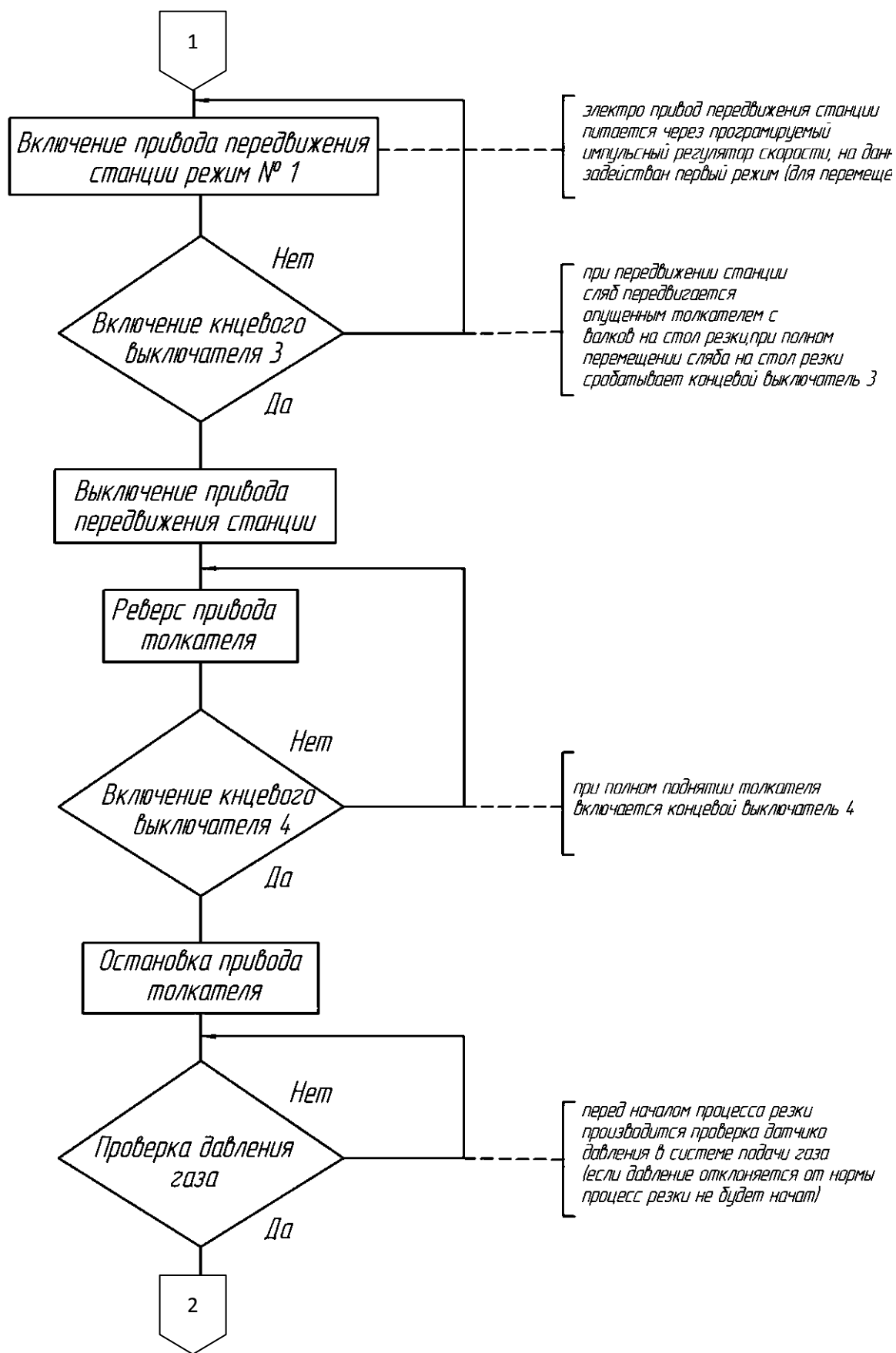


Рисунок 4.24 - Алгоритм работы программы автоматизации станции вторичной резки

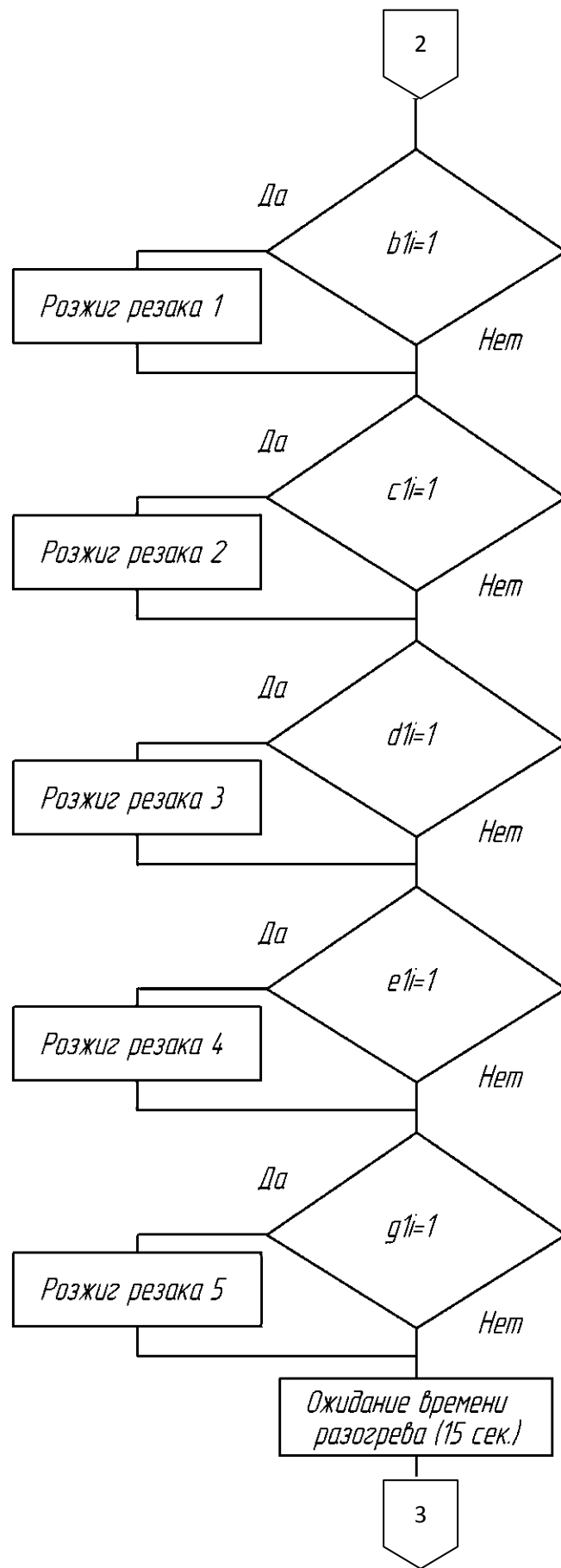


Рисунок 4.25 - Алгоритм работы программы автоматизации станции вторичной резки

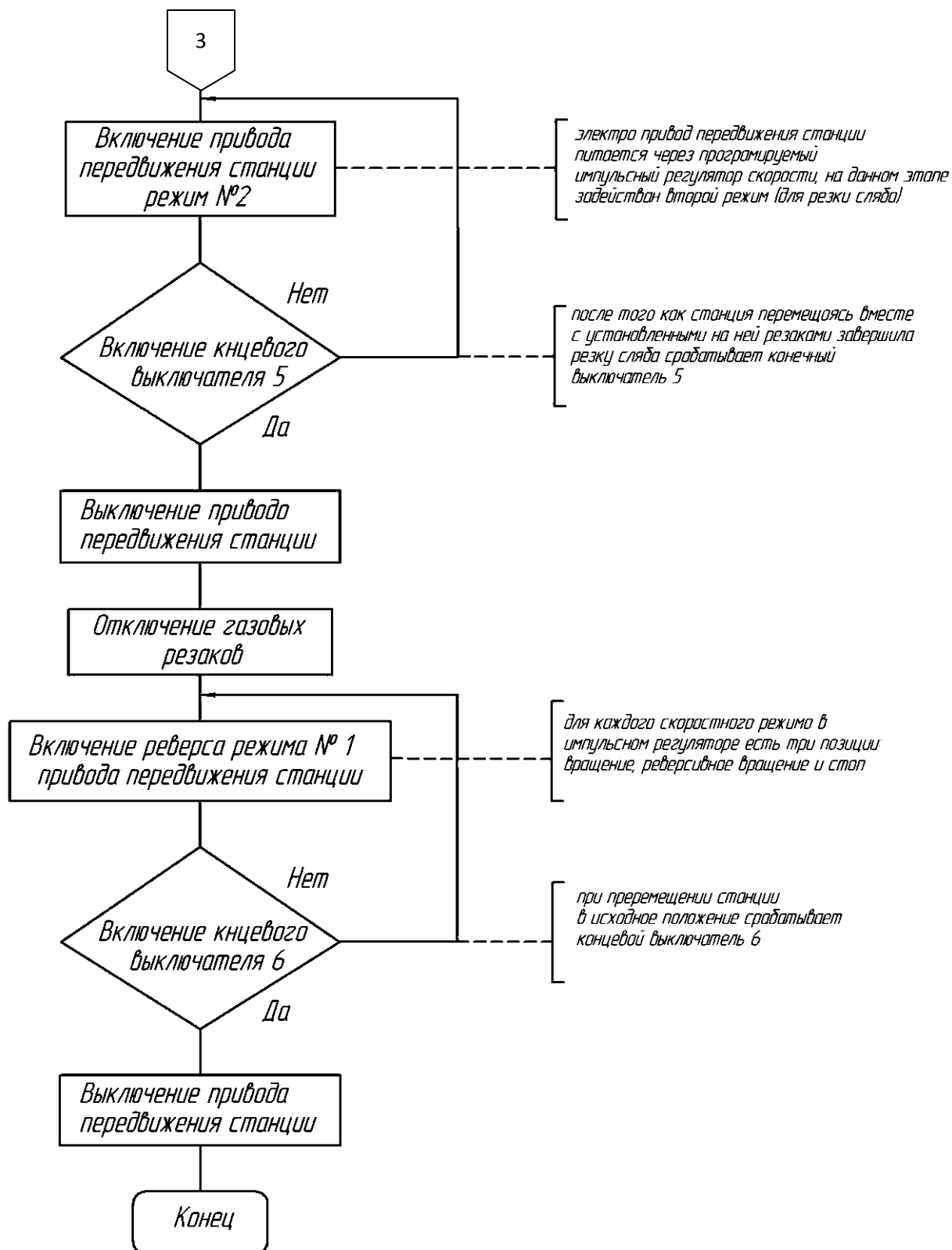


Рисунок 4.26 - Алгоритм работы программы автоматизации станции вторичной резки



4 дающий сигнал на отключение привода толкателя, проверку давления пропана и кислорода, розжиг газокислородных резаков с выдержкой времени прогрева (15 секунд) и включение привода перемещения станции во втором режиме. Перемещаясь над заготовкой с разожженными резаками станция разрезает заготовку на мерные отрезки. После того как резаки переместились на всю ширину заготовки срабатывает конечный выключатель 5 дающий сигнал на остановку привода передвижения станции, отключение резаков и включение реверса первого режима передвижения станции. При полном перемещении станции в исходное положение срабатывает конечный выключатель 6 дающий сигнал на выключение реверса привода станции. Таким образом завершен один цикл резки и система находится в ожидании сигнала о наличии заготовки.

Для данной системы автоматизации нам необходимо подобрать конечные выключатели и датчики давления газа. Конечный выключатель 1 уже установлен в имеющейся системе, конечные выключатели 2 и 4 регистрируют нижние и верхнее положения толкателя, конечные выключатели 3, 5, 6 регистрируют положения станции газовой резки.

#### 4.4 Выбор и описание элементов автоматики

##### 4.4.1 Выбор конечных выключателей

Конечные выключатели 2 и 4 подвержены воздействию высокой температуры - до 110 °С, в области работы выключателей температура может достигать 75 °С, поэтому главным критерием выбора будет являться возможность применения при высокой температуре.

Концевой выключатель предназначен для коммутации силовых электрических цепей при достижении приводом конечных положений в автоматизированных системах управления технологическими процессами. На мировом рынке популярностью пользуется продукция немецкой компании «schmersal», рисунок 4.27, она производит различные датчики, а так же концевые выключатели, среди продукции компании есть механический концевой.

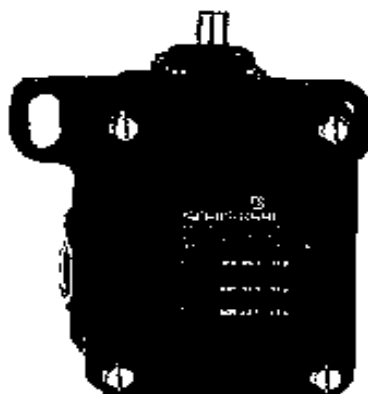


Рисунок 4.27 - Концевой выключатель «schmersal»

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

В России так же популярностью пользуются концевые выключатели производства компании «ЗАО НПП» (рисунок 4.28).

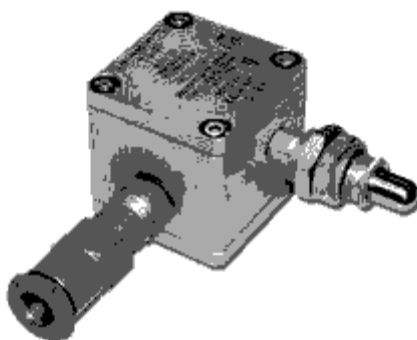


Рисунок 4.28 - Концевой выключатель «ЗАО НПП»

Сравнительные технические характеристики концевых выключателей приведены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 - Сравнительные технические характеристики концевых выключателей

Марка	Диапазон коммутируемого напряжения, В	рабочий ход не более, мм	Габаритные размеры, мм	Условия применения, °С	Цена за 1 шт., руб.
ML 441	от 0,05 до 380	3	125×138×77	-40 град до +200 град	300
КВ-03	от 0,05 до 380	4	246×142×77	от -50 до +60	250

Из таблицы видно, что по температурным условиям применения нас удовлетворяет только концевой выключатель ML 441, причем удовлетворяет как для 3, 5, 6 концевых выключателей так и для 2, 4 концевых выключателей (соответственно до 75 °С и до 110 °С).

Для предварительной проверки давления газов (пропана и кислорода) перед процессом резки нам необходимы малогабаритные датчики давления. Область применения малогабаритных датчиков исключительно широка, что обусловлено использованием различных конструкционных материалов, чувствительных элементов, уплотнений и конструкторских решений. Диапазон охватываемых давлений от 10 Па до 250 МПа. Диапазон температур измеряемых сред от -40 до 300°С. Ряд моделей адаптирован для измерения давления агрессивных газов и жидкостей. В данную группу входят экономичные модели, предназначенные для применения в ЖКХ, высокоточные для применения в лабораторных исследованиях, специализированные для химических и пищевых производств, а также общепромышленные преобразователи давления.

#### 4.4.2 Выбор датчиков давления

Для системы подачи кислорода нормальное давление составляет 16 кгс/см<sup>2</sup>.

Рассмотрим три популярных на сегодняшний день датчика давления с пределом измерения до 40 кгс/см<sup>2</sup> :

- DMD 331 производства компании ООО "БД Сенсорс" (BD Sensors) (рисунок 4.29);



Рисунок 4.29 - Датчика давления DMD 331

- PHL 100 производства компании «Универсал техно-контроль» (рисунок 4.30);



Рисунок 4.30 - Датчика давления PHL 100

- PNB-A производства компании «ПромДиа» (рисунок 4.31);



Рисунок 4.31 - Датчика давления PNB-A

Сравнительные технические характеристики датчиков давления кислорода приведены в таблице 4.9

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Таблица 4.9- Сравнительные технические характеристики датчиков давления кислорода

Марка	Диапазон давлений. кгс/см <sup>2</sup>	Основная погрешность. %ВПИ	Описание	Цена, руб.
DMD 331	от 0...0,2 до 0...26	0,5/1,0	Компактный датчик дифференциального давления с пьезорезистивным кремниевым сенсором.	1900
RHL 100	от 0...0,4 до 0...40	0,25/0,10	Компактный датчик дифференциального давления	2100
RHL 100	от 0...0,4 до 0...40	0,25/0,10	Компактный датчик дифференциального давления с пьезорезистивным кремниевым сенсором.	2100
RHB-A	от 0...1 до 0...26	1,0	Экономичный датчик давления с толсто пленочным керамическим сенсором.	1600

Для системы подачи пропана нормальное давление составляет 2 кгс/см<sup>2</sup>. Рассмотрим три популярных на сегодняшний день датчика с пределом измерения до 10 кгс/см<sup>2</sup> :

- DMD 121 производства компании ООО "БД Сенсорс" (BD Sensors) (рисунок 4.32);



Рисунок 4.32 - Датчика давления DMD 121

- PHL 1200 производства компании «Универсал техно-контроль» (рисунок 4.33);



Рисунок 4.33 - Датчика давления PHL 1200

- PNB-11C производства компании «ПромДиа» (рисунок 4.34);

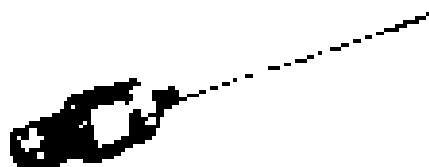


Рисунок 4.34 - Датчика давления PNB-11C

Сравнительные технические характеристики датчиков давления пропана приведены в таблице 4.10

Таблица 4.10- Сравнительные технические характеристики датчиков давления пропана

Марка	Диапазон давлений, кгс/см <sup>2</sup>	Основная погрешность, %ВПИ	Описание	Цена, руб.
DMD 121	от 0...0,2 до 0...10	0,2/1,0	Компактный датчик дифференциального давления с пьезорезистивным кремниевым сенсором.	1400
PHL 1200	от 0...0,4 до 0...10	0,2/0,10	Компактный датчик дифференциального давления с пьезорезистивным кремниевым	1200

Окончание таблицы 4.10

Марка	Диапазон давлений, кгс/см <sup>2</sup>	Основная погрешность, %ВПИ	Описание	Цена, руб.
			сенсором.	
РНВ-11С	от 0...1 до 0...10	0,1	С керамическим сенсором.	1500

Из представленных датчиков выбираем для измерения давления кислорода датчик РНВ-А производства компании «ПромДиа» так как он самый дешевый и имеет самую маленькую погрешность измерения. Для измерения давления пропана выбираем датчик РНЛ 1200 производства компании «Универсал техно-контроль» так как он самый дешевый и имеет небольшую погрешность измерения.

#### 4.5 Разработка и описание алгоритма выполнения параметров резки

Вторичная резка заготовок предназначена для резки заготовок в соответствии с требуемым сортаментом проката, при производстве заготовок вторичная резка работает по составленному в соответствии с заказом заданию, в котором указано количество и сортамент резки заготовок. Для наибольшей автоматизации процесса составлен алгоритм программы задачей, которой является автоматизированная резка заготовок в соответствии с сортаментом по введенному заданию. Алгоритм программы представлен на рисунке 4.35. В начале оператор вводит количество требуемых сортовентов, количество заготовок и координаты резаков для каждого сортамента, так же вводятся значения для розжига резаков ( $KolNastr$  – количество сортовентов,  $a_i$  – количество заготовок для резки по данному сортаменту,  $b_i-g_i$  – координаты резаков, 1-5 соответственно,  $b_{1i}-g_{1i}$  – значение 1 или 0 переменной для розжига резаков при значении соответствующей переменной равному 1, соответственно для резаков 1-5). Далее следует массив хранящий значения переменных для каждого блока резки. Программа по очередности применяет заданные параметры для резки ( $Zag = a_i$ ,  $KordK1=b_i$ , ... , где  $Zag$ - число заготовок,  $i$ - номер выполняемого блока задания,  $KordK1-KordK5$  - координаты резаков соответственно). Изначально  $i=1$  соответственно применяются параметры  $Zag = a_1$ ,  $KordK1=b_1$ , .... Значениями  $a_i$  могут быть только целые положительные числа. Если значение  $i > KolNastr$  то программа останавливается, если  $\leq$  то начинается процесс резки, параллельно позиционируются в соответствии с заданными координатами все пять резаков, так же параллельно программа проверяет готовность резаков по очередности начиная с первого ( $KordK1-KordT1 \leq \delta \dots$ ). После того как все пять резаков спозиционированны начинается процесс резки, при завершении каждого цикла резки переменная счета циклов резки ( $ChZ$ ) сравнивается с требуемым значением количества заготовок ( $ChZ=Zag$ ), при достижении требуемого значения срабатывает счетчик выполнения данного количества заданного сортамента заготовок ( $i=i+1$ ). Далее применяются следующие параметры резки, таким образом по установленным параметрам резки выполняется задание, концом программы является значение номера блока большее чем значение количества сортамента ( $i > RolNastr$ ) при котором программа останавливает резку.

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

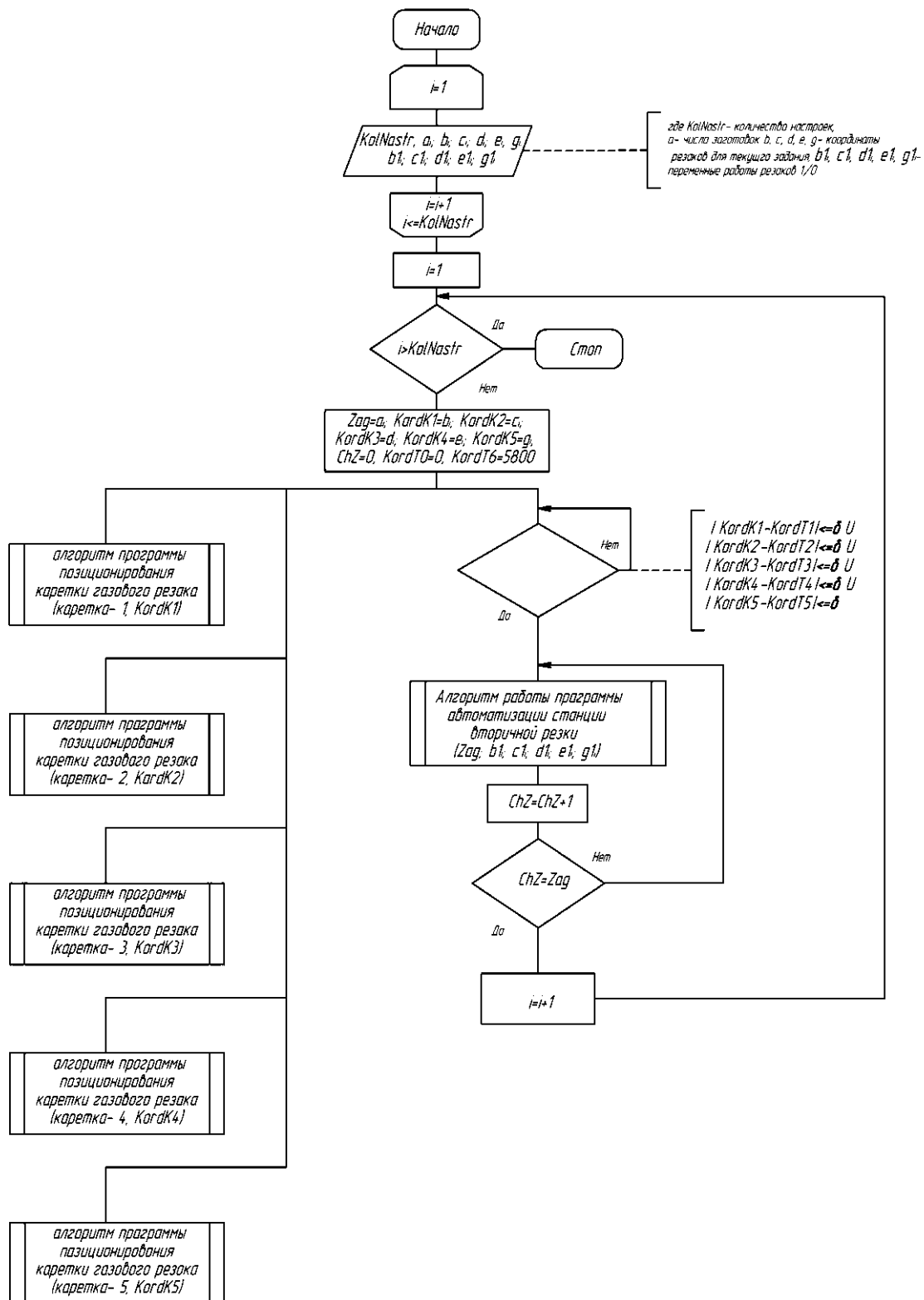


Рисунок 4.35 – Алгоритм программы выполнения параметров резки



## 5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 5.1 Эффективность автоматизированного комплекса

Экономическая эффективность комплекса определяется повышением уровня автоматизации и организации производственных процессов, осуществляющих на них, гибкостью этих модулей при смене объектов производства. Эти и другие факторы определяют источники экономии и затрат, учитываемых при расчёте годового экономического эффекта.

Основными источниками эффективности автоматизированного комплекса являются:

повышение производительности оборудования за счёт более полного использования его технических возможностей;

сокращение времени обслуживания оборудования и, как следствие, времени изготовления детали;

повышения производительности за счёт снижения процента брака в изделиях;

повышение качества и точности изготовления изделий;

сокращение времени контроля изделий;

повышение производительности труда как следствие замены ручного и машинно-ручного труда автоматизированным (на основных и вспомогательных операциях), сокращение потерь рабочего времени и высвобождение рабочих.

Применение автоматизированного комплекса позволяет решить ряд социальных задач:

- изменение характера и повышение качества условий труда;
- сокращение травматизма и т. д.

### 5.2 Определение экономической эффективности внедрения автоматизированного комплекса

Определение годового экономического эффекта основывается на сопоставлении приведённых затрат по базовой и новой конструкции.

Приведённые затраты представляют собой сумму себестоимости и нормативной прибыли:

$$П = С + E_H \cdot K \text{ руб.},$$

где  $C$  - себестоимость механической обработки годовой продукции по данному варианту, руб.;

$E_H$  - отраслевой нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ( $E_H = 0,15$ );

$K$  - капитальные вложения по тому же варианту, руб.

Годовой экономический эффект определяется по разности приведённых затрат двух вариантов:

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

$$\Delta_{\Gamma} = \Pi_1 - \Pi_2 = C_1 - C_2 - E_H \cdot (K_2 - K_1) \text{ руб.}$$

Условная годовая экономия:

$$\Delta_{\text{УГ}} = C_1 - C_2 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект:

$$\Delta_{\Gamma} = \Delta_{\text{УГ}} - E_H \cdot (K_2 - K_1) \text{ руб.,}$$

где  $K_2 - K_1 = K_{\text{Д}}$  - дополнительные капитальные вложения, требуемые для внедрения автоматизированного комплекса.

### 5.3 Расчёт суммы капитальных вложений по сравниваемым вариантам

Капитальные вложения, учитываемые при определении эффективности складываются из следующих затрат:

- балансовая стоимость оборудования

$$K_{\text{об}} = C_{\text{об}} \cdot 1,1 \text{ руб., с в}$$

где  $C_{\text{об}}$  - стоимость единицы оборудования;

1,1 - коэффициент, учитывающий затраты на транспортировку и монтаж.

Для базового варианта стоимость единицы оборудования  $C_{\text{об}}$  равна стоимости станка.

Для проектируемого варианта расчёт стоимости единицы оборудования приведён в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Расчёт стоимости автоматизированного комплекса

Наименование оборудования	Количество	Стоимость, руб
Машина вторичной резки заготовок	1	27500000
Контроллер	1	55000
Энкодер	5	2490
Оптический датчик	5	1300
Конечный выключатель	5	350
Итого		69100

Расходы на модернизацию оборудования составляют стоимость нового оборудования:

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

69100 руб.

Монтаж и отладка комплекса (3% от стоимости всего оборудования):

$$0,03 \cdot 69100 = 2073 \text{ руб.}$$

Проектные работы (2% от стоимости всего оборудования):

$$0,02 \cdot 69100 = 1382 \text{ руб.}$$

Итого стоимость комплекса:

$$C_{об} = 72555 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения для базового варианта:

$$K_{об1} = 27500000 \cdot 1,1 = 30250000 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в модернизацию:

$$\Delta K_{об2} = 72555 \cdot 1,1 = 79810 \text{ руб.}$$

#### 5.4 Расчёт отдельных статей себестоимости

Затраты на основную и дополнительную заработную плату производственных рабочих с отчислениями:

$$З = P_{сд} \cdot N \cdot K_{пр} \cdot K_{рк} \cdot K_{доп} \cdot K_{соц} \text{ руб.,}$$

где  $K_{раб}$  – количество задействованных рабочих;

$K_{см}$  – количество рабочих смен в году;

$T_{ст}$  – часовая тарифная ставка соответствующего разряда работ, руб.;

$K_{пр}$  - коэффициент, учитывающий приработок рабочего ( $K = 1,4$ );

$K_{рк}$  - районный коэффициент ( $K = 1,15$ );

$K_{доп}$  - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату ( $K = 1,18$ );

$K_{соц}$  - Коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды ( $K = 1,262$ ).

Затраты на амортизацию технологического оборудования:

$$A = K_{об} \cdot a / 100 \text{ руб.,}$$

где  $a$  - норма амортизационных отчислений, которая устанавливается исходя из срока полезного использования  $T=10$  лет ( $a=10\%$ ).

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Все расчёты сводим в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 - Расчёт технологической себестоимости

Статьи затрат	Расчётная формула	Расчёт	
		1 вариант (базовый)	2 вариант (проектируемый)
Затраты на заработную плату производственных рабочих, руб.	$Z = K_{\text{раб}} \cdot K_{\text{см}} \cdot T_{\text{ст}} \cdot 8 \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{рк}} \cdot K_{\text{доп}} \cdot K_{\text{соц}}$	$Z_1 = 2 \cdot 292 \cdot 12 \cdot 8 \cdot 1,4 \cdot 1,15 \cdot 1,18 \cdot 1,262 = 134416$	$Z_2 = 292 \cdot 12 \cdot 8 \cdot 1,4 \cdot 1,15 \cdot 1,18 \cdot 1,262 = 67200$
Затраты на амортизацию технологического оборудования, руб.	$A = K_{\text{об}} \cdot a / 100$	$A_1 = 57000000 \cdot 10 / 100 = 5700000$	$A_1 = 57072555 \cdot 10 / 100 \approx 5707255$
Итого, руб.		5834416	5774455

### 5.5 Обоснование экономической эффективности внедрения автоматизированного комплекса

Таблица 5.3 - Расчёт показателей экономической эффективности внедрения автоматизированного комплекса

Наименование показателя	Единица измерения	Расчётная формула	Расчёт
Условная годовая экономия	руб.	$\mathcal{E}_{\text{уг}} = C_1 - C_2$	$\mathcal{E}_{\text{уг}} = 5834416 - 5774455 = 59961$
Дополнительные капитальные затраты	руб.	$K_{\text{д}} = K_2 - K_1$	$K_{\text{д}} = 57072555 - 57000000 = 72555$
Годовой экономический эффект	руб.	$\mathcal{E}_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{уг}} - E_{\text{н}} \cdot K_{\text{д}}$	$\mathcal{E}_{\text{год}} = 59961 - 0,15 \cdot 72555 = 49078$
Снижение себестоимости операции	%	$C_{\text{себ}} = [(C_1 - C_2) / C_1] \cdot 100$	$C_{\text{себ}} = [(5834416 - 5774455) / 5834416] \cdot 100 = 1$
Высвобождение рабочих	%	$C_{\text{числ}} = [(R_{\text{п1}} - R_{\text{п2}}) / R_{\text{п1}}] \cdot 100$	$C_{\text{числ}} = [(2 - 1) / 2] \cdot 100 = 50$

В результате расчётов установлена экономическая целесообразность внедрения разработанного автоматизированного комплекса, а именно:

- увеличение производительности труда и высвобождение численности рабочих на 50%;

- снижение себестоимости на 1%;

- годовой экономический эффект составляет 49078 руб.

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений

$$T_{ок} = (K_2 - K_1) / (C_1 - C_2) \leq T_n,$$

где  $T_{ок}$  - расчётный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений;

$K_2$  и  $K_1$  - сумма капитальных вложений по сравниваемым вариантам;

$C_1$  и  $C_2$  - себестоимость механической обработки годового объёма выпускаемой продукции, производимой с помощью базовой и новой техники;

$T_n$  - нормативный срок окупаемости дополнительных капитальных вложений;

$$T_n = 1/E_n = 1/0,15 = 6,67 \text{ лет.}$$

$$T_{ок} = (57072555 - 57000000) / (5834416 - 5774455) = 0,82 \leq 6,67 \text{ лет.}$$

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

## 6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 6.1 Обеспечение безопасных условий труда на автоматизированном участке

#### 6.1.1 Общая характеристика автоматизированного участка

Функции обслуживающего персонала на машинах для резки слябов сводятся к настройке резаков, вводу программ или к установке программносителя, и контролю за работой машины.

Как правило, машины для резки слябов обслуживают оператор и наладчик, между которыми возможны два варианта распределения обязанностей. По первому варианту наладку, переналадку и подналадку выполняет наладчик, а оперативную работу и контроль за работой станка — оператор. По второму варианту наладку и переналадку осуществляет наладчик, а подналадку, оперативную работу и контроль за работой — оператор.

Функции наладчика более сложны и обширны, чем оператора. В них входят приемка и осмотр оборудования, ввод управляющей программы, наладка, переналадка, подналадка и контроль исправности оборудования.

Основные поражающие и опасные факторы при работе на данной машине:

- термические ожоги от раскаленного сляба и пламени;
- опасность попадания под режущую струю;
- опасность взрыва газа;
- механические травмы от перемещающихся частей машины (каретки с резаками и рольганги).

Для предотвращения травмирования оператора и наладчика по периметру опасной зоны устанавливаются ограждения – защитные щиты, также возможно применение оптических барьеров, которые при пересечении оптического луча останавливают работу машины.

Планировка размещения оборудования участка резки слябов приведена на рисунке 6.1.

Рабочее место оператора представлено на рисунке 6.2, в него входят пульт оператора и стойка системы управления, в которой размещено управляющее оборудование машины резки слябов.

#### 6.1.2 Защита от шума и вибрации

Уровень звука на участке резки слябов лежит в диапазоне от 68 до 95 дБ при предельно допустимом уровне 80 дБ. Характеристики параметров производственного шума по [4] приведены в таблице 6.1.

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

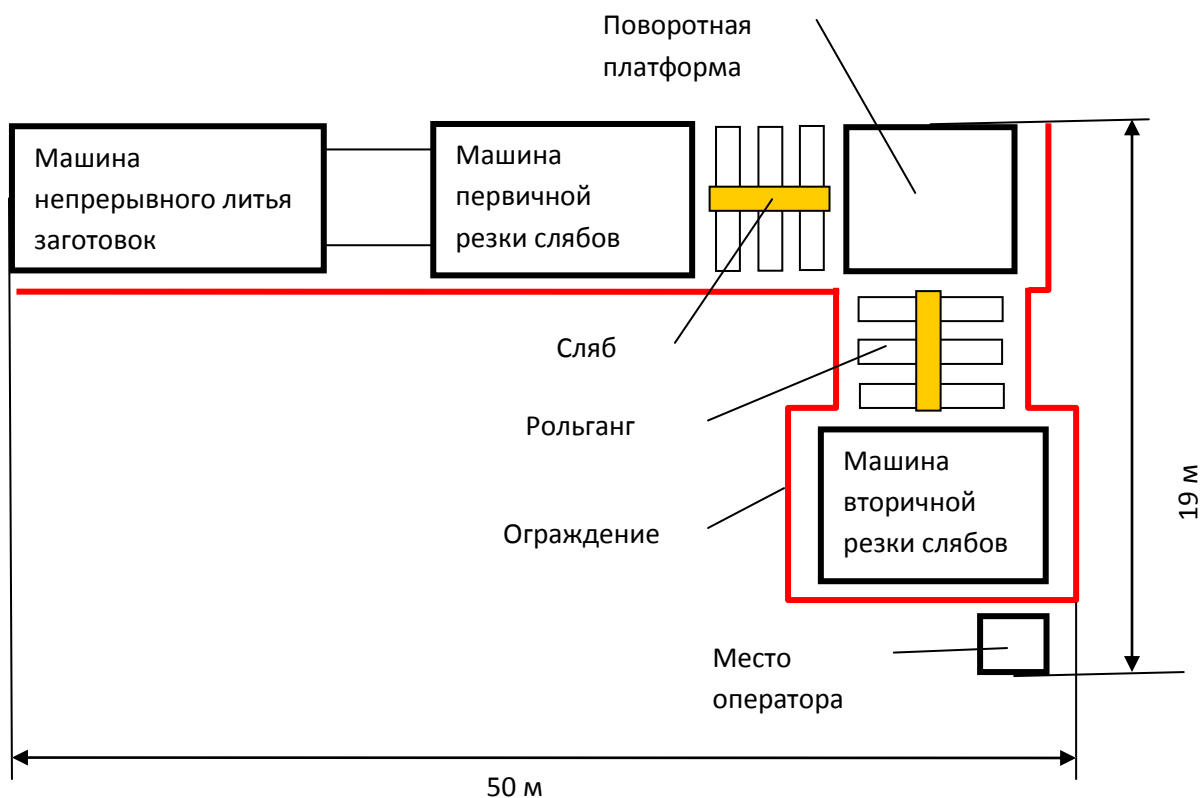


Рисунок 6.1 - Планировка размещения оборудования участка

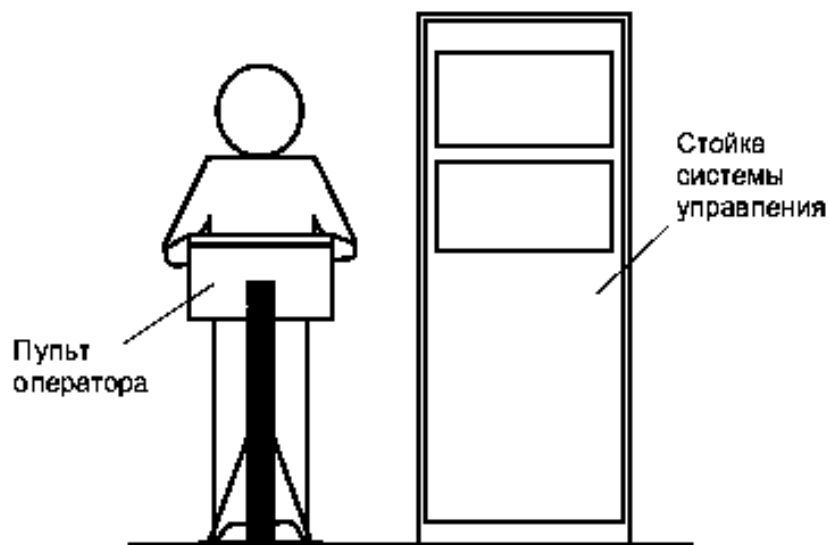


Рисунок 6.2 - Рабочее место оператора

Таблица 6.1 - Характеристики параметров производственного шума

Уровни звукового давления, ДБ в октавных полосах, Гц									Уровень звука, ДБ
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Норматив	99	92	86	83	80	78	76	74	80

Окончание таблицы 6.1

Уровни звукового давления, ДБ в октавных полосах, Гц									Уровень звука, ДБ
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Фактическое значение	-	-	-	-	-	-	-	-	82

Вывод: уровень шума превышает ПДУ, поэтому для защиты от шума посты операторов изолируются шумопоглощающими материалами, а в качестве индивидуальных мер защиты используются специальные наушники и вкладыши в ушную раковину.

Величины показателей вибрации рабочего места оператора представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 - Величины показателей вибрации рабочего места оператора.

Вид вибрации	Место проведения замера		Уровни колебательной скорости в дБ и октавных полосах со среднегеометрическими частотами в Гц										Корректированные уровни, дБА	ПДУ в/с	
			1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500			1000
локальная	пульт управления	ось Z		125	127	123	121	120	120	119	112	105	103	123	112
		ось Y		119	122	120	119	118	117	115	112	101	100	118	
		ось X		117	120	118	120	120	118	116	110	99	89	114	

6.1.3 Электромагнитные излучения

Нормы пребывания человека в электрическом поле электроустановок промышленной частоты в течение одних суток на участке резки слябов приведены в таблице 6.3

Таблица 6.3 - Электроустановок промышленной частоты в течение одних суток.

Напряженность электрического поля, кВ/м	Допустимое время пребывания человека в поле
менее 5	не ограничивается
5...10	не более 3-х часов



#### 6.1.4 Организация освещения

Для искусственного освещения применяют лампы ДРЛ (освещение участка резки слябов, так как температура окружающего воздуха в отделении в теплый период года выше +25°C) и ЛБЦ (освещение машинных залов, помещений персонала и др.). Параметры освещенности приведены в соответствии в таблице 6.4

Таблица 6.4 - Параметры освещенности

Параметры	Размерность	Нормативные значения	Фактические значения
Коэффициент естественной освещенности	%	-	-
Освещенность газоразрядными лампами	лк	75	50

Точность зрительной работы соответствует V разряду (ПДК 200 лк) и VI разряду (ПДК 150 лк), размер объекта различения равен от 1 мм до 5 мм и более, контраст объекта и фон средние (таблица 6.5).

Таблица 6.5 - Величины показателей освещенности рабочего места оператора

Разряд зрительной работы	Система освещения	Вид ламп	Освещенность, Лк	Допустимая по нормам
VI	общая	ЛБЦ	153	150

Вывод: минимально допустимый уровень искусственного освещения соответствует нормам.

Далее в таблице 6.6 представлены нормы и фактические значения освещенности печи.

Таблица 6.6 - Нормы освещенности участка

Место освещения	Норма освещенности, Лк.	Фактическое значение, Лк.
Машина резки слябов	200	224

Фактические значения соответствуют представленным нормам, что обеспечивает высокую производительность участка, уменьшение утомляемости персонала и улучшение качества работы.

### 6.1.5 Устройства сигнализации

На оборудовании участка резки слябов, а именно, на машине непрерывного литья заготовок, машине первичной резки и машине вторичной резки, в качестве устройств сигнализации применяют проблесковые маячки оранжевого цвета. Их устанавливают на каждой машине по две штуки. Проблесковые маячки включаются одновременно с запуском машин и предупреждают персонал об их работе.

### 6.1.6 Электробезопасность

На участке резки слябов большая часть оборудования работает при напряжении до 1000 В, от сети постоянного тока и переменного тока частотой 50Гц, но применяются и высокие напряжения - 10 кВ.

Потенциальные источники поражения электрическим током представлены в таблице 6.7

Таблица 6.7 - Источники поражения электрическим током.

Источник	Мощность, кВт	Род тока f, Гц	Напряжение, В	Режим нейтрали	Технические средства защиты
Силовой трансформатор	1600	~50	$\frac{10000}{410}$	изолированная	1 Изоляция 2 Заземление
Тиристорный преобразователь	250	постоянный	410	-	1 Заземление 2 Изоляция 3 Контроль изоляции
Двигатель	95	переменный	380	-	1 Заземление

Для исключения случайного прикосновения человека к голым токоведущим частям на участке установлены ограждения и токоведущие части расположены на определенной высоте. Чтобы обеспечить безопасность людей, работающих на установках напряжением до 1000 В и выше, предусмотрены заземляющие устройства и заземление металлических частей электрического оборудования и электроустановок. Заземляющие устройства участка удовлетворяют требованиям, обусловленным режимом работы сетей и защиты от перенапряжения.

### 6.1.7 Пожаровзрывобезопасность

Оценка и классификация взрывопожароопасности помещений и зданий основана на определении возможных разрушительных последствий пожаров и взрывов в этих объектах, а также опасных факторов этих явлений для людей. Существует два метода оценки пожаровзрывоопасности объектов – детерминированный и вероятностный.

Участок резки слябов, в соответствии с «Общероссийскими нормами технологического проектирования» относится к категории Г (пожароопасный) – негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива [4].

Для обеспечения пожаровзрывобезопасности необходимы следующие организационно-технические мероприятия:

- поддержание температуры нагрева поверхности машин, механизмов, оборудования, устройств, веществ и материалов, которые могут войти в контакт с горючей средой, ниже предельно допустимой, составляющей 80 % наименьшей температуры самовоспламенения горючего;

- применением устройств защиты производственного оборудования с горючими веществами от повреждений и аварий, установкой отключающих, отсекающих и других устройств.

- применением неискрящего инструмента при работе с легковоспламеняющимися жидкостями и горючими газами;

- максимально возможным применением негорючих и трудногорючих веществ и материалов;

- применением основных строительных конструкций и материалов, в том числе используемых для облицовок конструкций, с нормированными показателями пожарной опасности;

- максимальной механизацией и автоматизацией технологических процессов, связанных с обращением горючих и взрывоопасных веществ;

- периодической очистки территории, на которой располагается объект, помещений, коммуникаций, аппаратуры от горючих отходов, отложений пыли, пуха и т.п.;

- поддержанием безопасной концентрации среды в соответствии с нормами и правилами и другими нормативно-техническими, нормативными документами и правилами безопасности.

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

## 6.2 Определение показателей тяжести и напряженности трудового процесса

### 6.2.1 Тяжесть труда

Составим протокол оценки условий труда по показателям тяжести трудового процесса [5, таблица 17] (в соответствии с Р 2.2.2006–05) оператора машины вторичной резки слябов (таблица 6.8).

Краткое описание выполняемой работы: оператор с пульта управления управляет работой машины для резки слябов.

Таблица 6.8 - Оценка условий труда по показателям тяжести трудового процесса

Показатели	Значения	Класс
Физическая динамическая нагрузка (к×гм): региональная — перемещение груза до 1 м общая нагрузка: перемещение груза	0	1 - оптимальный (легкая физическая нагрузка)
Масса поднимаемого и перемещаемого вручную груза (кг):	0	1 - оптимальный (легкая физическая нагрузка)
Стереотипные рабочие движения (кол-во):		
локальная нагрузка	Около 20	1 - оптимальный (легкая физическая нагрузка)
региональная нагрузка	-	-
Статическая нагрузка (кгс • с)	-	-
одной рукой	-	-
двумя руками	-	-
с участием корпуса и ног	-	-
Рабочая поза стоя	90 %	3.2 - вредный (тяжелый труд) 2-й степени
Наклоны корпуса (количество за смену)	-	-
Перемещение в пространстве (км):		
по горизонтали	около 0,1	1 - оптимальный (легкая физическая нагрузка)
по вертикали	-	-
Окончательная оценка тяжести труда		2 - допустимый (средняя физическая нагрузка)

## 6.2.2 Напряженность труда

Результаты условий труда на проектируемом участке вторичной резки заготовок по степени отклонения параметров производственной среды и трудового процесса от действующих гигиенических нормативов с определением классов условий труда по показателям тяжести и напряженности трудового процесса приведены в таблицах 6.9, 6.10

Таблица 6.9 – Санитарно-гигиенические факторы

Показатель	Период года	Единица измерения	Значение	Оценка факторов условий труда, баллы	
				Факторная	Общая
Температура воздуха на рабочем месте	Теплый	°С	22	2	2
	Холодный		18	2	
Относительная влажность воздуха	-	%	50	1	1
Скорость движения воздуха	Теплый	м/с	0,3	2	2
	Холодный		0,2		
Токсичные вещества	-	Кратность превышения ПДК	0,7	1	1
Промышленная пыль	-	Кратность превышения ПДК	0,9	2	2
Вибрация	-	Кратность превышения ПДУ	10,5	2	2
Шум, уровень звука	-	дБА	82	2	2
Освещенность	-	Кратность превышения нормы	1,02	2	2
Суммарная общая оценка факторов условий труда, баллы					14

Таблица 6.10 – Психофизиологические факторы

Показатель	Единица измерения	Значение	Оценка факторов условий труда, баллы		
			Факторная	Общая	
Величина физической нагрузки	Общая	кгм	52100	2	3
	Региональная	кгм	22000	2	
	Рабочая поза, Рабочие место	Характеристика	Рабочее место стационарное, поза не свободна (стоя)	3	
Величина нервно психологической нагрузки	Длительность сосредоточенного наблюдения	% от рабочего времени за смену	48	2	2
	Число важных объектов наблюдения	-	5	1	
	Количество движений в час	<u>Кол-во</u> час	230	1	
	Количество сигналов в час	<u>Кол-во</u> час	120	2	
Напряжение зрения	Размер объекта различия	мм	5.0	1	2
	Точность зрительных работ	-	Малой точности	2	
	Разряд зрительных работ	-	V	2	
Монотонность	Число приемов	-	10	2	2
	Длительность повторяющихся операций	секунда	100	2	
Суммарная общая оценка факторов условий труда, баллы					9

При одновременном воздействии ряда факторов интегральная оценка тяжести труда в баллах определяется по выражению:

$$U_1 = \left[ \tilde{O}_{\max} + \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n-1} \cdot \frac{6 - X_{\max}}{6} \right] \cdot 10,$$

где  $X_{\max}$  – элемент условий труда на рабочем месте, имеющий наибольший балл,  $X_{\max}=3$ ;

$\sum_{i=1}^n X_i$  – сумма количественной оценки в баллах значимых элементов условий труда без  $X_{\max}$ ;

$n$  – количество элементов условий труда;

10 – число, введенное для удобства расчетов.

$$U_1 = \left[ 3 + \frac{14+9}{12-1} \cdot \frac{6-3}{6} \right] \cdot 10 = 40.$$

Что соответствует третьей категории тяжести труда (таблица 6.11).

Таблица 6.11 – Зависимость категории тяжести труда от интегральной оценки условий труда

Категория тяжести труда	1	2	3	4	5	6
Интегральная оценка, $U_T$ , баллы	до 18	18,1-33	33,1-45	45,1-53	53,1-59	59,1-60

### 6.3 Мероприятия по уменьшению последствий землетрясений

Землетрясение — подземные толчки и колебания поверхности Земли, вызванные естественными причинами (главным образом тектоническими процессами) или искусственными процессами (взрывы, заполнение водохранилищ, обрушением подземных полостей горных выработок). По разрушительным действиям землетрясения не имеют себе равных среди стихийных бедствий.

Опасные последствия землетрясений разделяются на природные и связанные с деятельностью человека. К природным последствиям относятся: сотрясения грунта, нарушения грунта (трещины и смещения), оползни, лавины, сели, разжижение грунта, оседания, цунами, сейши (стоячие волны, возникающие в замкнутых или частично замкнутых водоемах).

К последствиям землетрясений, связанных с деятельностью человека, относятся:

- разрушение или обрушение зданий, мостов и других сооружений;
- наводнения при прорывах плотин и водопроводов;
- пожары при повреждениях нефтехранилищ и разрывах газопроводов;
- повреждение транспортных средств, коммуникаций, линий энерго- и водоснабжения, а также канализационных труб;
- радиоактивные утечки при повреждении ядерных реакторов.

Предупреждение населения об угрозе землетрясения является весьма затруднительным, так как точно предсказать его место и время пока невозможно. Однако знание косвенных признаков его приближения может помочь пережить данную ситуацию с наименьшими потерями. К таким признакам относятся беспричинное, на первый взгляд, беспокойство птиц и домашних животных (особенно это заметно ночью), а также массовый исход из мест обитания пресмыкающихся. Зимой ящерицы и змеи в предчувствии опасности выползают даже на снег.

Рассмотрим действия сотрудников предприятия «Ашинский металлургический завод» при землетрясении для уменьшения потерь.

Для привлечения внимания в экстренных случаях перед передачей информации включаются сирены, а также другие сигнальные средства. Сирены и прерывистые гудки предприятий, транспортных средств означают сигнал гражданской обороны «Внимание всем». При этом необходимо немедленно включить громкоговоритель, радио- или телеприемник и слушать сообщение штаба гражданской обороны. При угрозе землетрясения такое сообщение может начинаться со слов: «Внимание! Говорит штаб гражданской обороны города... Граждане! В связи с возможным землетрясением...».

Если первые толчки застали сотрудников в здании (сооружении), надо как можно скорее выйти из него. В распоряжении сотрудников не более 15 – 20 секунд. Тем, кто оказался на втором и последующих этажах, встать в дверных проемах, распахнув двери. Можно воспользоваться углами, образованными капитальными стенами, узкими коридорами внутри здания, встать возле опорных колонн, т.к. эти места наиболее прочны. Здесь больше шансов остаться невредимыми. Ни в коем случае не прыгать из окон.

Как только толчки прекратятся, немедленно выйти из здания, на свободную площадку.

Если первые толчки застали сотрудников на открытой территории, немедленно отойдите от зданий и сооружений, заборов и столбов – они могут упасть и придавить. Нельзя прятаться в нижних этажах и подвальных помещениях зданий.

Не допускается приближаться к объектам и территориям, имеющим воспламеняющиеся и взрывоопасные вещества, аварийно химически отравляющие вещества. Не стойте на мостах и путепроводах. Не прикасаться к проводам.

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86



Необходимо помнить, что после первого могут последовать повторные толчки. Сотрудники должны быть готовы к этому и предупредить других. Это может произойти через несколько часов, а иногда и суток.

В момент разрушения опасность представляют также разлетающиеся части конструкций сооружений и зданий. Почти всегда землетрясения сопровождаются пожарами, вызванными утечкой газа или замыканием электрических проводов.

Чтобы свести потери до минимума, надо заранее продумать и знать правила поведения при ЧС, сохранять порядок, дисциплину и самообладание. Каждый сотрудник обязан незамедлительно принять участие в спасательных работах, но при этом помнить о мерах предосторожности, т.к. возможны смещения обломков.

Во время внезапного землетрясения в зданиях и сооружениях предприятия относительно безопасны: дверные проемы в капитальных стенах; углы, образованные капитальными внутренними стенами; узкие коридоры внутри здания; места возле опорных колонн, т.к. эти места наиболее прочны, под каркасными балками.

После землетрясения сотрудникам необходимо:

- осмотреть себя и окружающих – не ранены ли;
- освободить попавших в легкоустраиваемые завалы;
- проверить коммуникации.

Рассмотрим спасательные и неотложные аварийно-восстановительные работы при ликвидации последствий землетрясений.

При землетрясениях для проведения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ привлекаются спасательные, сводные отряды (команды), отряды (команды) механизации работ, аварийно-технические команды, а также другие формирования, которые имеют на оснащении: бульдозеры, экскаваторы, краны, механизированный инструмент и средства механизации (ксеросинорезы, бензорезы, тали, домкраты).

При проведении спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ в очаге землетрясения в первую очередь извлекают из-под завалов, из полуразрушенных и горящих зданий людей, которым оказывают первую медицинскую помощь; устраивают в завалах проезды; локализируют и устраняют аварии на инженерных сетях, которые угрожают жизни людей или препятствуют проведению спасательных работ; обрушивают или укрепляют конструкции зданий или сооружений, находящихся в аварийном состоянии; оборудуют пункты сбора пострадавших и медицинские пункты; организуют водоснабжение.

Последовательность и сроки выполнения работ устанавливает начальник Гражданской Обороны объекта, оказавшегося в зоне землетрясения.

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте разработана автоматизированная система управления процессом вторичной резки заготовок. Были рассмотрены следующие вопросы:

- разработка структурной схемы позиционирования каретки газового резака;
- разработка алгоритма программы позиционирования каретки газового резака;
- разработка структурной схемы автоматизации станции вторичной резки;
- разработка алгоритма программы автоматизации станции вторичной резки;
- выбор элементов систем;

В организационно-экономическом разделе проекта был определен годовой экономический эффект, который составил 49078 тыс. рублей.

В разделе безопасности жизнедеятельности были проработаны вопросы, отражающие комплекс организационных, технических, санитарно-гигиенических мероприятий, обеспечивающих создание благоприятных условий труда при обслуживании автоматизированной системы управления вторичной резкой заготовок, были определены показатели тяжести и напряженности трудового процесса оператора машины вторичной резки заготовок и рассмотрены мероприятия по уменьшению последствий землетрясений.

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

## Библиографический список

1 Ключев А. С. Настройка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: справочное пособие / А. С. Ключев, А. Т. Лебедев, С. А. Ключев, А. Г. Товарнов. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 365 с.

2 Рыбаков В.М. Газовая резка и сварка металлов. М. Высшая школа, 1981

3 Гинзбург И. Б. Прокатное оборудование – Ленинград: Стройиздат. Ленинградское отделение, 1988. – 223 с.

4 Безопасность жизнедеятельности в машиностроении: учебное пособие для средн. проф. учебных заведений / под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высшая школа, 2002. – 310 с.

5 [www.nirhtu.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=125&Itemid=151](http://www.nirhtu.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=125&Itemid=151)

6 Воронова, В.М. Определение категории тяжести труда: методические указания к дипломному проектированию / В.М. Воронова, А.Э. Егель. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 18 с.

					220301.2010.376.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89