

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)

Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «Системы автоматического управления»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____/ В.И. Ширяев

« ____ » _____ 2018 г.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИИ ОБЪЁМНОЙ ГОРЯЧЕЙ ШТАМПОВКИ
КОРПУСА ЛАТУННОГО ШАРОВОГО КРАНА

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 09.03.01.2018.113.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы

инженер-конструктор

ООО «ЛД ПРАЙД»

_____/ Нелюбин Р.В.

« ____ » _____ 2018 г.

Автор работы

студент группы КЭ-483

_____/ Журавлёва Т.И.

« ____ » _____ 2018 г.

Нормоконтролёр

к.т.н., доцент

_____/ Павловская О.О.

« ____ » _____ 2018 г.

Челябинск 2018

Аннотация

Журавлёва Т.И. Автоматизация операции горячей объёмной штамповки корпуса латунного шарового крана: ЮУрГУ (НИУ), ВШ ЭКН; 2018, 56 с. 38 ил., библиогр. список – 21 наим., 14 листов слайдов презентации ф. А4.

В работе проведён анализ действующей технологии изготовления корпуса латунных шаровых кранов методом горячей объёмной штамповки, сформулирована концепция автоматизации данной операции.

Разработано техническое задание на автоматизацию горячей объёмной штамповки корпуса латунного шарового крана с применением пневматических манипуляторов, управляемых на базе программируемого логического контроллера фирмы Delta Electronics. Разработана и реализована в среде «Screen Editor» операторская панель управления LSIT 07, позволяющая осуществлять автоматическое управление операцией ГОШ в штатном режиме и ручное управление при возникновении аварийных ситуаций. Данная панель в режиме реального времени сигнализирует о неисправностях механизмов системы и обеспечивает возобновление работы системы после отказа, начиная с последней успешной стадии благодаря сохранению информации о состоянии всех параметров процесса штамповки.

Автоматизация операции горячей объёмной штамповки обеспечивает увеличение производительности оборудования в 1,92 раза и коэффициента технического использования оборудования на 14%.

Программная реализация алгоритма работы управляющего устройства (контроллера) осуществлена на языке LAD.

					09.03.01.2018.314.00 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.		Журавлёва Т.И.			<i>Автоматизация операции горячей объёмной штамповки корпуса латунного шарового крана</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Провер.		Нелюбин Р.В.				Д	4	56
Н. Контр.		Павловская О.О.				ЮУрГУ Кафедра САУ		
Утверд.		Ширяев В.И.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ЛАТУННЫХ ШАРОВЫХ КРАНОВ	11
1.1 Технологический процесс производства латунных шаровых кранов.....	11
1.2 Технологический процесс производства корпуса латунного шарового крана.....	12
1.3 Принцип работы кривошипного горячештамповочного пресса КД2136	14
Выводы по главе 1	16
2 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА АВТОМАТИЗАЦИЮ ОПЕРАЦИИ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЁМНОЙ ШТАМПОВКИ КОРПУСА ЛАТУННОГО ШАРОВОГО КРАНА.....	17
3 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ОПЕРАЦИИ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЁМНОЙ ШТАМПОВКИ КОРПУСА ЛАТУННОГО ШАРОВОГО КРАНА	19
3.1 Разработка структуры системы управления	19
3.2 Описание аппаратной части системы автоматизации.....	22
3.3 Разработка алгоритма работы ПО.....	35
3.4 Выбор, подключение, реализация панели оператора.....	41
Выводы по главе 3	47
4 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ.....	49
4.1 Расчёт коэффициента технического использования $K_{\text{ти}}$	49
4.2 Расчёт производительности оборудования Р.....	50
Выводы по главе 4	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	52
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ	55
ПРИЛОЖЕНИЕ	56

ВВЕДЕНИЕ

С того момента, как люди научились выполнять обработку металла давлением, работа специалиста, который ей занимался, считалась одной из самых почетных. С течением времени потребность в металлических изделиях, полученных по технологии штамповки, только возрастала, в них стала нуждаться и активно развивающаяся промышленность. Все это привело к тому, что для штамповки стал использоваться не ручной труд кузнецов, а специальное штамповочное оборудование [17].

Достаточно распространенным типом устройств, используемых для штамповки, является своеобразный аналог молота – штамповочный пресс. Применяя такое штамповочное оборудование, можно выполнять широкий перечень технологических операций, а именно: изменение формы заготовки путем ее пластической деформации, формирование на ее поверхности заданного рельефа, вырубка отдельных фрагментов и др [5, 17].

На предприятии «ЛД ПРАЙД» методом горячей объемной штамповки изготавливаются латунные шаровые краны, которые предназначены для управления потоками жидких и газообразных сред, в том числе питьевой воды, сред в системах тепловодоснабжения, технологических трубопроводах, различных агрегатах.

В настоящее время на предприятии «ЛД ПРАЙД» операция горячей объемной штамповки выполняется на прессах типа: КВ2132, КВ2134, КД2122, КД2124К, КД2128К, КЕ2130А, КИ2126Е производства СССР. При работе на данном оборудовании сохраняется большая доля ручного труда: от подачи разнорабочим заготовки из тары на нагревательный стол до её перемещения с помощью щипцов в рабочую зону станка и из нее оператором ГШО (горячештамповочного оборудования). Отдельно следует подчеркнуть тот факт, что подача заготовок в рабочую зону прессы является опасной операцией, поскольку температура заготовок порядка 720...750 °С и производится с постоянным применением открытого огня газовой горелки.

Лучшим решением данной проблемы является автоматизация горячештамповочного оборудования. Это позволит организовать круглосуточное непрерывное производство без участия человека собственно в рабочем процессе, а значит позволит:

- увеличить коэффициент использования оборудования и, соответственно, увеличить объемы производства;

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

- обеспечить безопасность труда работников, занятых в производстве;
- снизить уровень брака.

Современное станочное оборудование является базой для развития гибкого автоматического производства, повышающего производительность труда. Применение гибких производственных систем, состоящих из набора технологических машин, манипуляторов, средств контроля, объединённых общим управлением от ПЛК, обеспечивают быстрый переход к новым, более совершенным образцам выпускаемой продукции с минимальными затратами. По сравнению с автоматизацией отдельных прессов автоматизация целых комплексов оборудования обеспечивает более высокую технико-экономическую эффективность, так как отпадает необходимость в ручном труде – в нашем случае – при передаче заготовки от пресса к прессу и, следовательно, возникает возможность исключения оператора из всего производственного цикла. За человеком останется только технологическая подготовка производства, контроль качества готовой продукции, а также программирование и конфигурирование оборудования [19].

На сегодняшний день для перемещения и транспортировки различного рода объектов в мире широко распространено использование роботов-манипуляторов. Они представляют собой высокоточные машины, способные выполнять основные и вспомогательные технологические операции. Разработка и внедрение промышленных роботов позволяет перейти на новый, более высокий научно-технический уровень решения задач по комплексной автоматизации на промышленных предприятиях, перераспределить функции между человеком и машиной и значительно повысить производительность труда. Создаются условия постепенного перехода к трудосберегающему производству при наивысшей степени автоматизации [1,2].

Наиболее известными в разработках в этой области обладают следующие зарубежные компании:

1. FANUC (Япония);
2. KUKA (Германия);
3. Kawasaki (Япония);
4. ABB (Швеция, Швейцария);
5. Motoman (Yaskawa) (Япония, США);
6. OTC Daihen (Япония);
7. Panasonic (Япония);

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

8. KC Robotics (США);
9. Triton Manufacturing (США);
10. Kaman Corporation (США).

Безусловно, на рынке есть и крупнейшие российские производители, такие как: «ARKODIM» (Казань), «АвангардПЛАСТ» (Новосибирск), «БИТ Роботикс» (Москва), «Рекорд-Инжиниринг» (Екатеринбург) и «Eidos Robotics» (Казань). Суммарно же в России 220 компаний, которые занимаются разработками в сфере роботизации, но по большей части это интеграторы и производители компонентов [12, 19].

Стоимость подобного рода оборудования составляет порядка 1 млн.руб. Это расходы включают: разработку технического задания, проектирование комплекса, вычисление времени циклов, разработку и изготовление оснастки, производство робота, сборку комплекса, подключение всех коммуникаций, настройку, программирование, отработку технологии и обучение персонала. Весь предоставляемый спектр предоставляемых услуг в конечном счёте вынуждает предприятие-заказчик быть зависимым от поставщика и разработчика автоматизированных комплексов. Таким образом, использование готового оборудования или заказ оборудования у специализированных компаний является нецелесообразным для предприятий с малым объёмом выпуска.

Поэтому цель выпускной квалификационной работы – разработка системы автоматизации горячештамповочного оборудования с применением пневматических манипуляторов, управляемых на базе программируемого логического контроллера (ПЛК).

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Ознакомиться с технологией производства латунных шаровых кранов на предприятии «ЛД ПРАЙД».
2. Ознакомиться с процессом и оборудованием для горячей объёмной штамповки заготовок.
3. Определить структуру и принцип работы системы автоматизации горячештамповочного оборудования. Разработать техническое задание на автоматизацию операции горячей объёмной штамповки (ГОШ).
4. Проектирование аппаратной и программной частей системы автоматизации. Программная реализация человеко-машинного интерфейса.
5. Провести анализ эффективности разработки.

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Объект исследований. Способы повышения производительности оборудования для горячей объёмной штамповки латунных корпусных изделий.

Предмет исследований. Процесс выполнения операции ГОШ с применением прессы типа КД2136, используемого в настоящее время на предприятии «ЛД ПРАЙД».

Методы исследований. Исследования, проводимые в работе, основаны на комплексном использовании теории автоматического управления, теории микропроцессорных устройств управления, методов программирования и алгоритмизации, основ систем автоматизированного проектирования, теоретических основ электротехники и электроники. Исследования включают анализ, систематизацию и обобщение литературных источников, патентов, пособий, руководств по программным продуктам, относящимся к профессиональной сфере, а также анализ действующего оборудования.

Новизна результатов работы состоит в следующем: разработана система автоматизации горячештамповочного оборудования с применением пневматических манипуляторов; автоматический режим работы прессового оборудования и системы смазки реализован на базе программируемого логического контроллера с возможностью наблюдения за пошаговой работой программы в режиме реального времени; ручной режим обеспечивает возобновление работы системы после отказа начиная с последней успешной стадии благодаря сохранению информации обо всех параметрах процесса штамповки.

Практическая ценность результатов работы:

1. Автоматизация операции горячей объёмной штамповки на базе продукции фирмы DELTA повышает коэффициент технического использования оборудования благодаря сокращению среднего времени его восстановления и среднего времени простоя за счёт разработки панели оператора, сигнализирующей о месте неисправности.

2. Разработаны алгоритмы управления перемещением заготовок в рабочую зону прессы, съёмом полученных в результате штамповки поковок, автоматической системой смазки частей штампа и рабочим ходом прессы в автоматическом режиме.

3. При помощи панели оператора LSIT 07 реализован человеко-машинный интерфейс (HMI) управления технологическими объектами, позволяющий

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

остановить или настроить оборудование в режиме реального времени. Данный алгоритм работы контроллера обеспечивает возобновление работы комплекса после устранения отказа, начиная с последней успешной стадии, что позволяет сократить объем бракованной продукции и увеличить производительность комплекса.

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ЛАТУННЫХ ШАРОВЫХ КРАНОВ

1.1 Технологический процесс производства латунных шаровых кранов

ООО "ЛД ПРАЙД" – единственный на Урале производитель латунных шаровых кранов.

На Челябинском заводе «ЛД ПРАЙД» производятся латунные краны разных типов и присоединений:

- В-В – внутренняя резьба на корпусе/внутренняя резьба на гайке
- В-Н – внутренняя резьба на корпусе/ наружная резьба на гайке
- Н-Н – наружная резьба на корпусе /наружная резьба на гайке
- В-ГШ – внутренняя резьба на корпусе /гайка штуцерная «американка»

Шаровые краны LD Pride с условными диаметрами от 15 мм до 25 мм рассчитаны на работу под давлением до 4,0 МПа, а с диаметрами от 32 до 50 мм – на работу под давлением до 2,5 МПа. Конструкция латунного шарового крана представлена на рисунке 1.1.

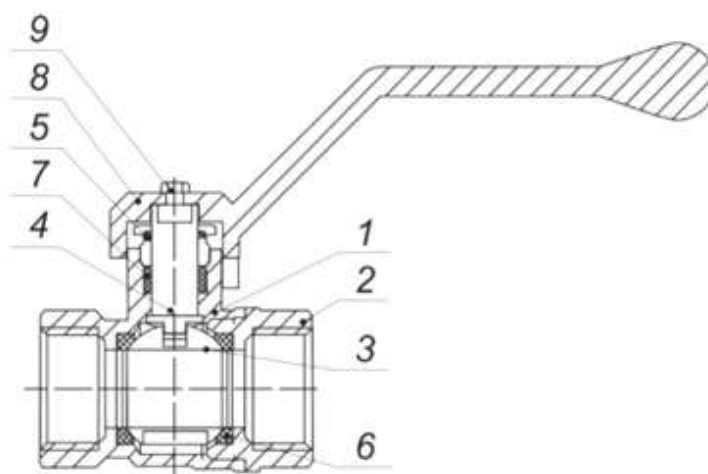


Рисунок 1.1 Конструкция шарового крана

1 – корпус, 2 – гайка корпуса, 3 – шаровая заслонка, 4 – шток, 5 – прижимная гайка, 6 – седло, 7 – уплотнение горловины, 8 – ручка, 9 – винт.

Самое сложное в изготовлении шарового крана – это производство корпуса с его сложной геометрией. Корпус является наиболее важным элементом, так как от качества его изготовления напрямую зависит герметичность крана и, как следствие, надёжность работы газо- или трубопровода. Корпус – это элемент крана, который покупатель видит в первую очередь, поэтому он должен быть не только прочным, герметичным и обладать антикоррозийными свойствами, но и

привлекательным внешне, т.е. без забоин, заусенцев и шероховатости. Поэтому рассмотрим более подробно соответствующий технологический процесс.

1.2 Технологический процесс производства корпуса латунного шарового крана

Полный цикл производства корпуса латунного шарового крана включает в себя следующие операции:

- 1) литьё латунного прутка;
- 2) нарезка латунных прутков на заготовки мерной длины;
- 3) галтовка;
- 4) нагрев (до температуры 750°C);
- 5) горячая объёмная штамповка (ГОШ);
- 6) холодная штамповка (удаление облоя – излишки материала, остающиеся на детали после ГОШ);
- 7) дробемётная обработка;
- 8) электрохимическое покрытие;
- 9) механическая обработка деталей – расточка;
- 10) мойка.

Схематично технологический процесс производства латунного шарового крана показан на рисунке 1.2.

Одна из важнейших операций производственного цикла, изготовления шаровых кранов любого типа соединения – горячая объёмная штамповка (ГОШ). В результате обработки давлением зерна кристаллов частично раздробляются и вытягиваются в направлении наибольшего течения металла, что вызывает в материале текстуру деформации и приводит к его упрочнению (крупные кристаллы разрушаются, структура металла становится мелкозернистой). Упрочнение сопровождается снижением пластичности металла, как следствие достигаются более высокие показатели всех видов прочности, что положительно сказывается на качестве готовой продукции [8].

Суть объёмной штамповки заключается в получении поковок, при котором формообразующая полость штампа, называемая ручьем, принудительно заполняется металлом исходной заготовки и его перераспределяют в соответствии с заданной конфигурацией. Применение объёмной штамповки оправдано при массовом и серийном производстве [20].

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

заготовки перед штамповкой нагревают. От правильного нагрева в значительной степени зависят качество изделия и нормальные условия работы оборудования.

Горячая объемная штамповка (ГОШ) позволяет получать сложные по форме изделия, которые невозможно изготовить методамиковки. Исходными материалами для ГОШ является сортовой прокат, прессованные прутки, литая заготовка, а в крупносерийном производстве периодический прокат [5].

На предприятии «ЛД ПРАЙД» горячая объёмная штамповка осуществляется на кривошипных прессах.

1.3 Принцип работы кривошипного горячештамповочного пресса КД2136

Кривошипный пресс представляет собой разновидность механических прессов, используемых во многих отраслях промышленности: машиностроении, металлообработке, переработке производственных отходов и макулатуры, изготовлении строительных материалов и др. Принцип работы пресса основан на преобразовании вращательного движения в возвратно-поступательное [5].

Существуют разные модификации прессового оборудования, которые различаются по мощности и производительности. Для штамповки корпуса латунного шарового крана DN 20 используется пресс КД2136.

Рабочей частью пресса КД2136 является штамп, состоящий из пуансона и матрицы. Электропривод кривошипного оборудования сообщает карданному валу вращение, которое преобразуется в возвратно-поступательное движение ползуна. Штамповка производится при перемещении тяговой детали вперед. Кинематическая схема кривошипного горячештамповочного пресса приведена на рисунке 1.3.

Электродвигатель 4 передаёт движение клиновыми ремнями на шкив 3, сидящий на приёмном (промежуточном) валу 5. На другом конце которого закреплено алое зубчатое колесо 6. Это колесо находится в зацеплении с большим зубчатым колесом 7, свободно вращающимся на кривошипном валу 9. С помощью пневматической фрикционной дисковой муфты 8 зубчатое колесо 7 может быть сцеплено с кривошипным валом 9; тогда вал придёт во вращение. Посредством шатуна 10 вращение кривошипного вала преобразуется в поступательно-вращательное движение ползуна 1. Для остановки вращения кривошипного вала после выключения муфты служит тормоз 2. Стол пресса 11, установленный на наклонной поверхности, может перемещаться клином 12 и тем самым в незначительных пределах регулировать высоту штамповочного

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

пространства. Для облегчения удаления поковки из штампа пресс имеет выталкиватели в столе и ползуне. Выталкиватели срабатывают при ходе ползуна вверх [4].

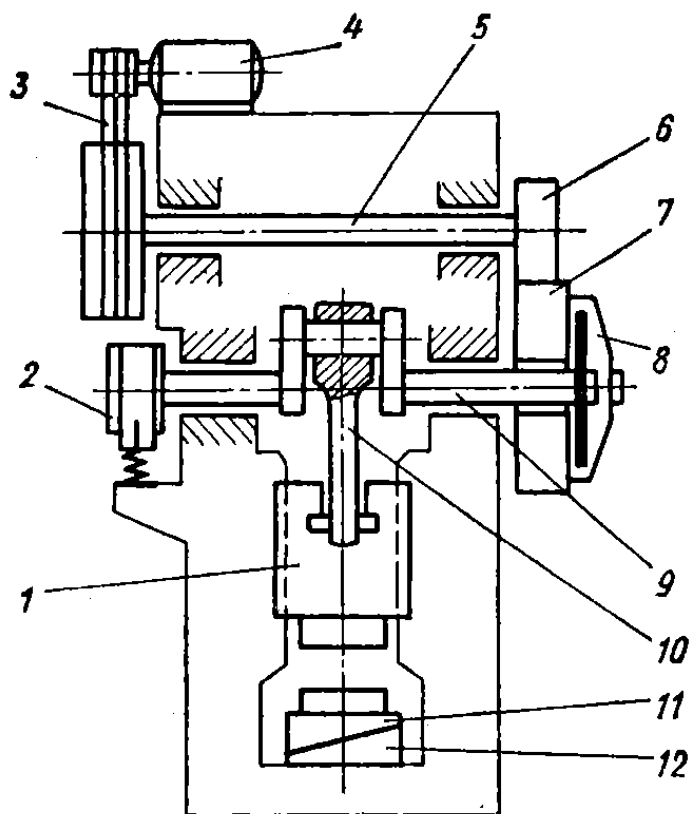


Рисунок 1.3. Кинематическая схема кривошипного горячештамповочного пресса

Анализ операции штамповки как объекта автоматизации

Рассмотрим подробно последовательность действий оператора горячештамповочного оборудования (ГШО):

1. Загрузить заготовки из тары в нагревательную установку.
2. Нагреть заготовки при помощи газовой горелки.
3. Смазать верхний пуансон смазкой.
4. С помощью щипцов подать одну нагретую заготовку в рабочую зону штампа.
5. Нажать педаль рабочего хода, дождаться раскрытия полуматриц.
6. Достать с помощью щипцов отштампованный полуфабрикат и положить его в тару.
7. Нажать педаль возврата полуматриц (выталкивателя).

Из вышеперечисленного следует, что работа оператора является тяжёлой и опасной, поскольку осуществляется с постоянным применением открытого огня

газовой горелки. По тем же причинам имеет место высокий уровень бракованных деталей.

Единственным способом облегчения труда оператора и обеспечения безопасности – разработка и внедрение автоматических линий и комплексов для штамповки деталей. Автоматические линии и комплексы позволят автоматизировать операции, выполняемые оператором ГШО, и, как следствие, повысить качество продукции и увеличить объёмы производства.

Выводы по главе 1

Анализ операции горячей объёмной штамповки корпусов латунных шаровых кранов предприятия «ЛД ПРАЙД», выполняемой оператором в ручном режиме на кривошипном прессе типа КД2136, показал, что для повышения производительности прессы и качества продукции необходимо:

а) заменить оператора ГОШ на 2 работа-манипулятора, управляемых автоматически системой на базе программируемого логического контроллера (ПЛК);

б) определить структуру системы автоматизации включая управляемые величины и состав контуров управления;

г) разработать алгоритм работы системы, обеспечивающий работу горячештамповочного оборудования в автоматическом режиме в течение всего процесса штамповки и ручное управление процессом штамповки в нештатных ситуациях;

д) разработать человеко-машинный интерфейс (панель оператора) для управления процессом ГОШ и сигнализации о неисправностях механизмов системы, что позволит сократить среднее время поиска неисправности, и, как следствие, увеличить производительность прессы типа КД2136.

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА АВТОМАТИЗАЦИЮ ОПЕРАЦИИ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЁМНОЙ ШТАМПОВКИ КОРПУСА ЛАТУННОГО ШАРОВОГО КРАНА

1. Назначение и цели проекта

Автоматизация операции должна повысить коэффициент технического использования и производительность работы прессы типа КД2136, значительно упростив и обезопасив работу оператора. Под автоматизацией понимается внедрение в работу предприятия автоматизированного технологического комплекса для операции горячей объёмной штамповки, часть которой ранее выполнялись оператором вручную.

Основная цель автоматизации – сокращение времени выполнения технологической операции ГОШ и, как следствие, увеличение производительности оборудования и повышение объёмов и качества производства.

2. Объем выполняемых работ

- построение автоматизированной системы управления по принципу обратной связи с реализацией управляющего устройства на базе программируемого логического контроллера (ПЛК);
- разработка алгоритма работы системы управления, обеспечивающей смазку частей штампа, перемещение заготовки/поковки по вертикали и горизонтали, поворот и штамповку;
- анализ эффективности разработки.

3. Общие требования к автоматизированной системе

Система должна обеспечивать:

- подачу заготовок в рабочую зону прессы;
- перемещение поковок в тару в полуфубрикатами;
- смазку полуматриц штампа;
- производительность прессы – не менее 5000 поковок в месяц;
- коэффициент технического использования, характеризующий пребывания оборудования в работоспособном состоянии – не менее 0,9.
- рабочий диапазон температур для датчиков должен находиться в пределах (–10; +65)°С;
- потребляемая мощность – не более 12 кВт, трехфазная сеть с напряжением 220/380 В, частотой 50 Гц.

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

4. Требования к ПЛК

Программируемый логический контроллер должен удовлетворять следующим требованиям:

- рабочая память не менее 10к шагов;
- время выполнения логических операций – не более 0,5 мкс;
- количество флагов – не менее 1024;
- количество таймеров – не менее 128;
- количество счетчиков – не менее 128;
- скорость исполнения инструкций LD – не менее 0,3 мкс;
- количество дискретных каналов ввода/вывода – не менее 256;
- количество аналоговых каналов ввода/вывода – не менее 128.

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

3 РАЗРАБОТКА СИСТМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ОПЕРАЦИИ ГОРЯЧЕЙ ОБЪЁМНОЙ ШТАМПОВКИ КОРПУСА ЛАТУННОГО ШАРОВОГО КРАНА

3.1 Разработка структуры системы управления

В процессе автоматизации операции ГОШ необходимо заменить вспомогательные операции, прежде выполняемые оператором на соответствующие системы управления (СУ). На основе рассмотренной ранее последовательности действий оператора горячештамповочного оборудования составим схему автоматизированного комплекса ГОШ (рисунок 3.1).

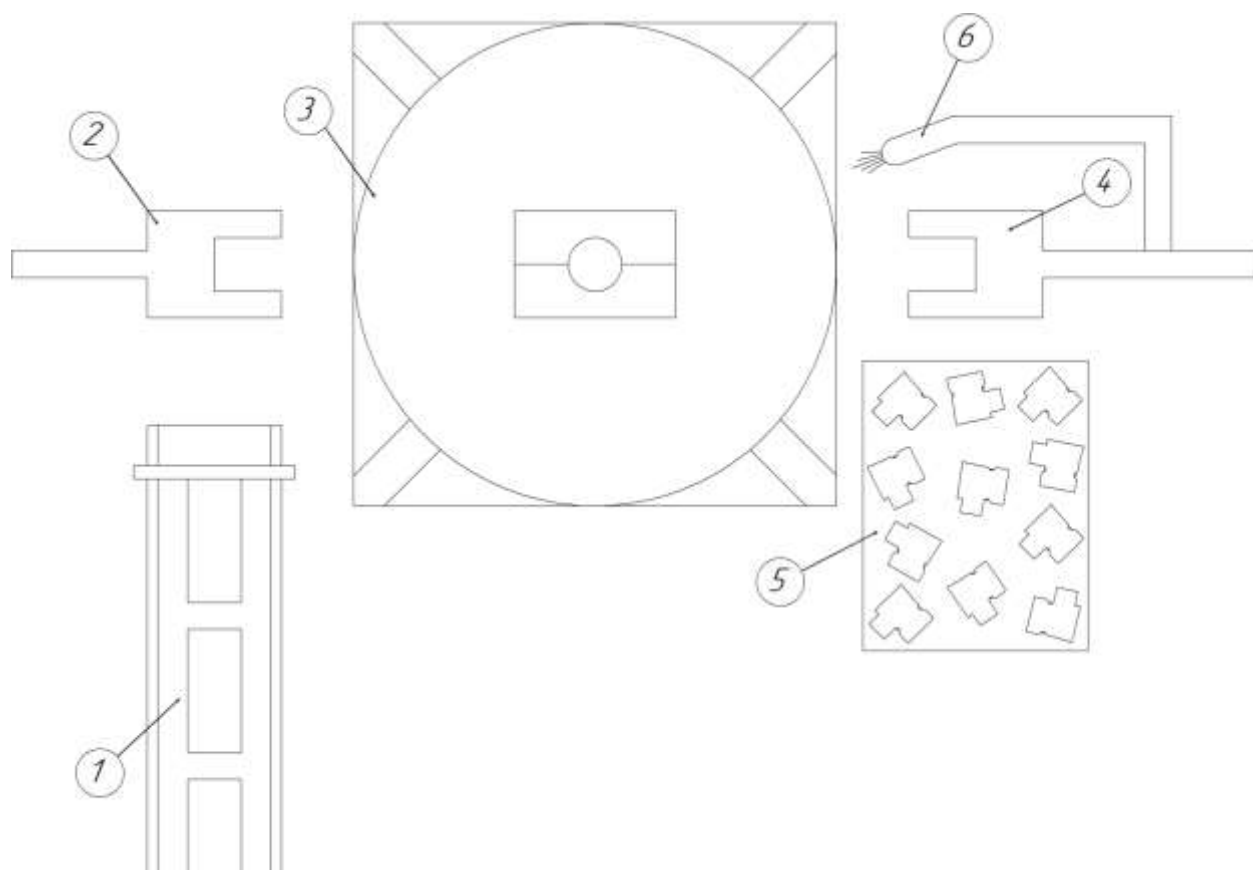


Рисунок 3.1 – Схема компоновки автоматизированного комплекса ГОШ

1 — конвейер для подачи заготовок; 2 — пневмосхват для подачи заготовок; 3 — пресс типа КД-2136; 4 — пневмосхват для съёма полуфабрикатов; 5 — тара с поковками, 6 — распылитель для смазки полуматриц.

Разогретые до заданной температуры заготовки непрерывно движутся по конвейеру 1. Далее при помощи пневмосхвата 2 осуществляется подача заготовки в рабочую зону прессы 3. За один рабочий ход прессы заготовка приобретает необходимую форму и качество поверхности, после чего при помощи пневмосхвата 4 помещается в тару с поковками 5. Для подготовки к

штамповке следующей заготовки полуматрицы штампа смазываются из системы распыления б и штамповая оснастка возвращается в исходное положение [16].

Определим общую структуру системы автоматизации и входящие в неё основные СУ (рисунок 3.2).

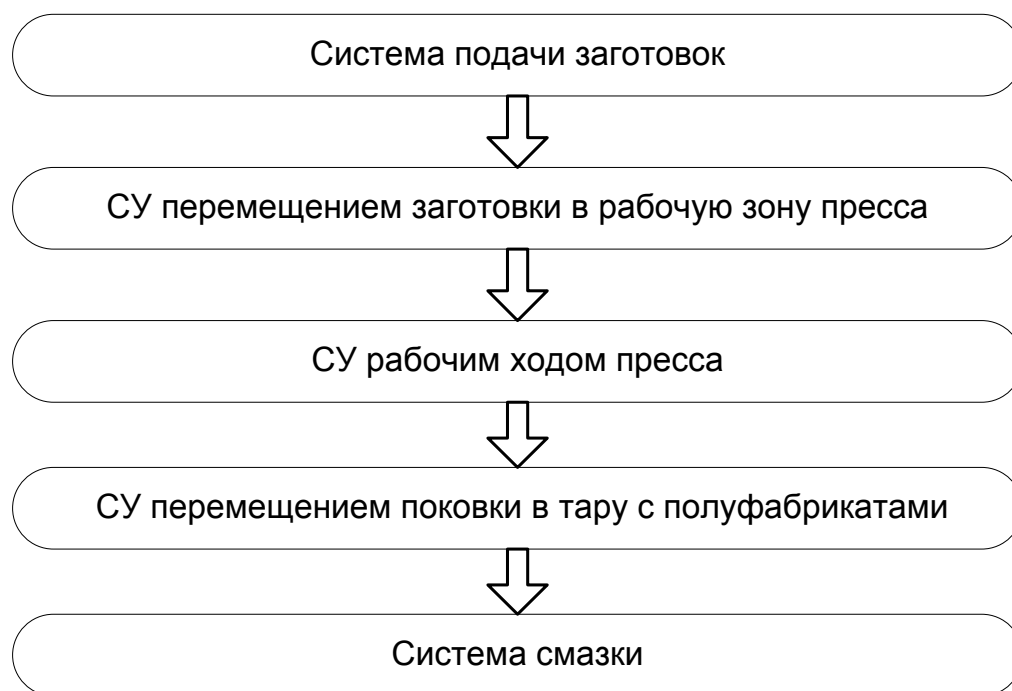


Рисунок 3.2 – Общая структура системы автоматизации операции ГОШ

В качестве системы подачи заготовок будет выступать промышленный конвейер. Его работа автономна и не управляется разрабатываемой далее системой.

СУ перемещением заготовки/поковки аппаратно будут состоять из пневматических схватов, управляемых от ПЛК. Для более точного позиционирования элементы данных систем будут оснащены датчиками положения.

СУ рабочим ходом прессы физически представляет собой реле, которое при подаче напряжения замыкает электрическую цепь и приводит в действие подвижную часть прессы – штамп.

Система смазки должна обеспечивать обработку частей штампа масляно-графитовой смесью для предотвращения налипания металла и уменьшения сил трения, что значительно увеличивает время безотказной работы прессы.

Чтобы обеспечить корректную работу ПО необходимо определить все элементы системы автоматизации, а также их входные и выходные сигналы. Для этого составим функциональную схему системы автоматизации (рисунок 3.3).

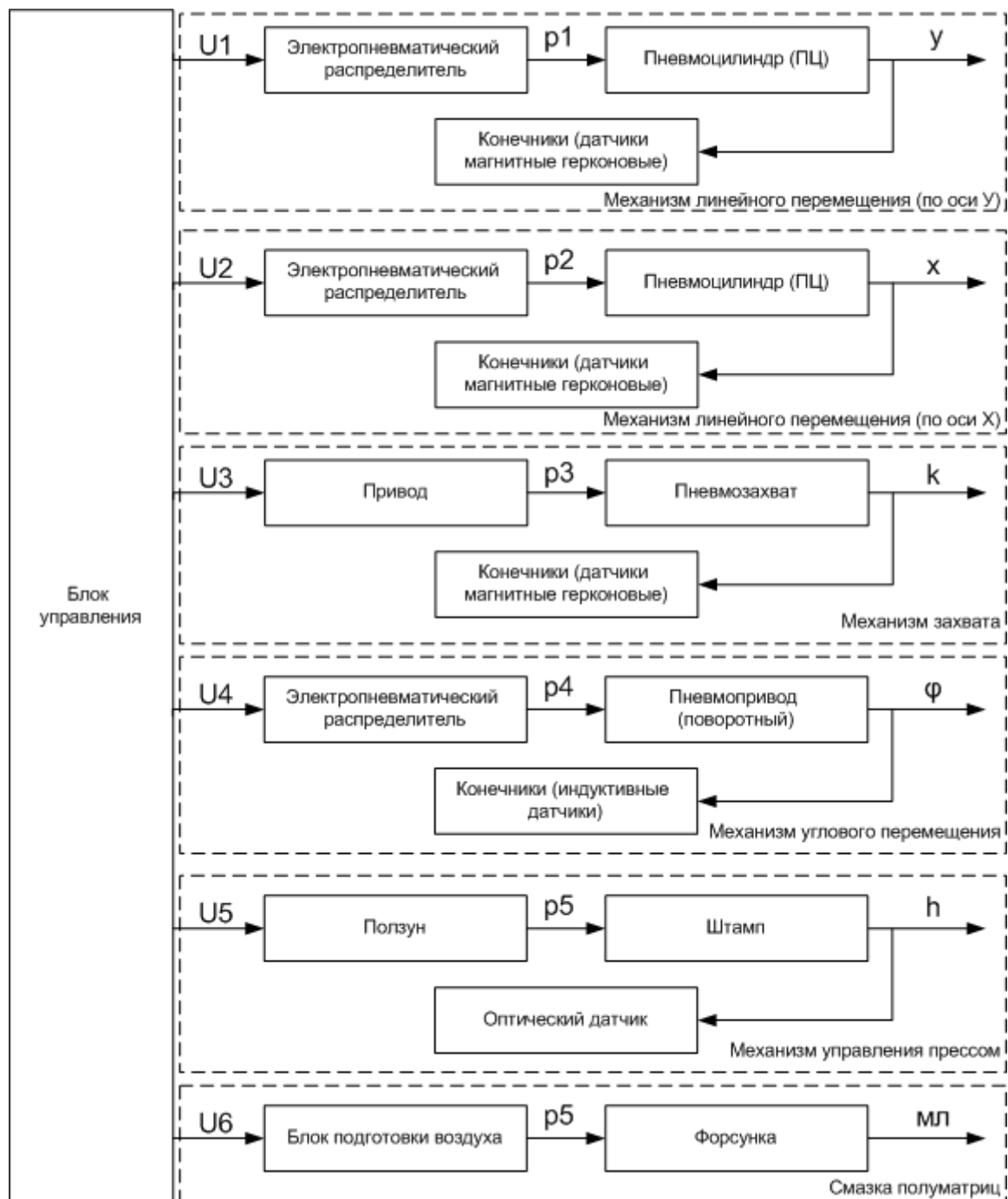


Рисунок 3.3 – Функциональная схема системы управления

Пользуясь данной схемой определим функционал программного обеспечения программируемого логического контроллера [7, 21].

Предусмотрим 2 режима работы автоматизированного комплекса горячештамповочного оборудования: ручной и автоматический.

При работе системы в ручном режиме оператор полностью контролирует процесс штамповки. Для работы в данном режиме на панели оператора предусмотрены кнопки «Подача заготовки», «Пресс», «Переместить поковку» и «Сброс матриц». Запуск той или иной операции происходит при однократном нажатии на соответствующие кнопки.

При одновременно нажатии нескольких кнопок будут повреждены штамп и схваты робота-манипулятора, а также может произойти заклинивание прессы. Поэтому чтобы защитить программу от ошибок оператора введём взаимоблокировки кнопок для исключения возможности их одновременного нажатия.

Перед первым запуском системы в автоматическом режиме необходимо вручную задать параметры перемещения по осям X и Y, после чего операция ГОШ будет выполняться без непосредственного участия человека – от подачи заготовки в рабочую зону прессы, до перемещения готовой поковки в тару. Поскольку операции перемещения являются позиционными, то запуск программы, выполняющей то или иное действие происходит при получении определённых сигналов с датчиков. Для обеспечения заданной точности позиционирования заготовок/поковок в системе предусмотрено использование герконовых, оптических и индуктивных датчиков. Если к моменту захвата в конвейере не окажется заготовки, то система воспримет это ситуацию как аварию и будет остановлена с отображением на экране оператора соответствующей информации. При нажатии кнопки останова система заканчивает выполняемую операцию, после чего при необходимости пользуясь сенсорной панелью оператора, есть возможность перевести управление системой в ручной режим.

Так как при разработке автоматического режима одной из целей являлось исключение человека-оператора из процесса ГОШ, то за оператором останется только первоначальная настройка оборудования перед первым запуском, дальнейший контроль за работой системы и устранение аварийных ситуаций. Простота выполнения данных операций достигается за счёт внедрения сенсорной панели оператора.

Рассмотрим оборудование, входящее в состав комплекса, и принцип работы.

3.2 Описание аппаратной части системы автоматизации

3.2.1 Источник питания

Источник питания — электрическое оборудование, предназначенное для производства, аккумуляции электрической энергии или изменения ее характеристик путём преобразования сетевого напряжения до требуемых значений.

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Для обеспечения работы системы автоматизации ГОШ был приобретён блок питания фирмы DELTA серии DVP-PS02. Он разработан для совместного использования с контроллерами серии DVP и используется для питания промышленных приборов и автоматики.



Рисунок 3.4 – Блок питания DELTA DVP-PS02

Таблица 3.1 – Технические характеристики блока питания DELTA DVP-PS02

Характеристика	Значение
Производитель	Delta Electronics
Напряжение питания	220 VAC, 100 VAC
Выходное напряжение	24 VDC
Ток, А	2
Глубина, мм	60 мм
Высота, мм	90 мм
Ширина, мм	55 мм
Рабочая температура, С	0 – 55
Масса, г	250
Мощность, Вт	48

3.2.2 Программируемый логический контроллер (ПЛК)

Промышленный ПЛК используется для автоматизации технологических процессов. Для рассматриваемой в работе системы автоматизации был подобран процессорный модуль серии DVP производства Delta Electronics - DVP40ES200T.

Все его порты являются независимыми и могут работать одновременно. DVP40ES200T может быть ведущим или ведомым, а также поддерживает протокол Q-Link для высокоскоростного обмена с панелями оператора. DVP40ES200T прекрасно подходит для позиционных задач (типа нашей), так как его инструкция позиционирования в замкнутом контуре непрерывно сравнивает заданное число импульсов на выходе с импульсами обратной связи, и в случае необходимости производит компенсацию для точного достижения приводом заданного положения. Сигнал с датчика обратной связи подается на высокоскоростной вход DVP-ES2. Ниже показаны основные технические характеристики (таблица 3.2) [3].



Рисунок 3.5 – ПЛК DVP40ES200T

Таблица 3.2 – Технические характеристики ПЛК DVP40ES200T

Характеристика	Значение
Высокоскоростные входы	2 точки по 100кГц; 6 точек по 10кГц; макс.8 точек для однофазных входов; макс.4 точки для двухфазных входов
Импульсные входы	2 точки по 100кГц; 2 точки по 10кГц;
Прерывания оп высокоскоростному счёту	8 точек

Окончание таблицы 3.2

Характеристика	Значение
Входы внешнего прерывания	8 точек
COM-порты	1 порт RS-232 и 2 порта RS-485
Встроенные аналоговые входы/выходы	Есть
Команды управления преобразователями частоты и сервоприводами	Есть
Модули расширения	Подключение к процессорному модулю до 8 аналоговых модулей
Инструкции управления движением	да, с функцией сглаженного разгона
Быстродействие	Время выполнения базовой инструкции: 0,35...1 мкс
Объём программы	16к шагов
Редактор функциональных блоков	Есть
Защита паролем	Ограничение на неправильный ввод пароля, пароль на подпрограмму, идентификация ПЛК
Макс.количество входов/выходов	256 входов + 16 выходов или 16 входов и 256 выходов

3.2.3 Пневмозахват

Схваты или захватные устройства промышленных роботов предназначены для закрепления и/или удержания в определённом положении обрабатываемой заготовки в процессе транспортировки деталей различных размеров, форм и массы рукой робота в рабочую зону (или из неё) технологических машин.

К схватам промышленных роботов предъявляются следующие требования:

- надёжность захватывания и удержания объекта во время разгона и торможения подвижных элементов промышленного робота;
- точность базирования заготовки в губках схвата;
- недопустимость повреждения или разрушения транспортируемой заготовки;
- возможность быстрой замены захватного устройства;
- компактность и простота конструкции [1, 2].

Для данной операции были выбраны захваты фирмы Camozzi магнитного двустороннего действия с параллельными губками серии CGP.

В нашем случае захват и закрепление заготовки, а также её перенос после обработки на станке осуществляется по жесткой программе, предусматривающей строгое ориентированное и фиксированное положение. Такая ориентация и

фиксация определяется по сигналам с датчиков положения, установленных в специальных U-образных канавках на корпусе схвата.



Рисунок 3.6 – Схваты Samozzi серии CGP

Схват выполнен из полого корпуса с полостью для подвода сжатого воздуха и имеющего возможность вращения относительно центральной оси, – это является важной характеристикой для работы системы подачи заготовок в рабочую зону прессы. Движение зажима обеспечивается прямым ходом поршня, что увеличивает усилие захвата. Технические характеристики схватов Samozzi серии CGP-16 приведены в таблице 3.3 [9, 14].

Таблица 3.3 – Технические характеристики схватов Samozzi CGP-16

Характеристика	Значение
Конструкция:	с параллельными губками.
Присоединение:	M5.
Действие:	двустороннего действия, магнитный.
Диаметр поршня:	16 мм.
Ход губок:	8 мм
Макс. длина до точки захвата:	4 см
Размер между губками при сжатии:	15 мм.
Размер между губками при разжатии:	23 мм.
Макс. рабочая частота:	180 циклов/мин.
Рабочее давление:	1,5 ... 7 бар.
Рабочая температура:	0° ... +80°С.
Крепление датчиков:	в U - образные канавки на корпусе схвата
Применяемые датчики:	серии CSB-D, CSB-H.
Рабочая среда:	очищенный до 25 мкм сжатый воздух

3.2.4 Пневмоцилиндр.

Пневматический цилиндр – это устройство, преобразующее энергию сжатого воздуха в энергию поступательного движения поршня.

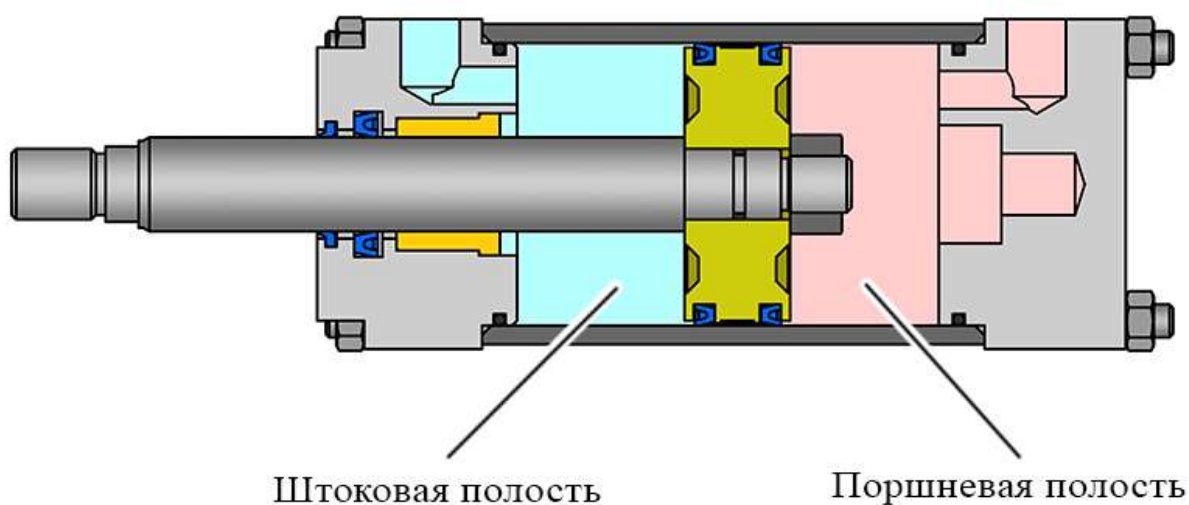


Рисунок 3.7 – Принципиальная схема пневматического цилиндра

Сжатый воздух от компрессора или другого источника подается в поршневую полость пневмоцилиндра, штоковая полость в этот момент с помощью распределителя соединяется с атмосферой, давление сжатого воздуха воздействует на поршень, заставляя его перемещаться, до тех пор, пока он не достигнет передней крышки. При прямом ходе пневмоцилиндра его шток выдвигается.

Для осуществления обратного хода необходимо подать сжатый воздух в штоковую полость, а поршневую – соединить с атмосферой. Под действием давления сжатого воздуха поршень начнет перемещаться в исходное состояние, шток будет задвигаться.

Направление потоков сжатого воздуха в поршневую и штоковую полости, а также соединение их с атмосферой или линией сброса осуществляется с помощью специальных устройств - пневматических распределителей. [11]

Для нашей системы предприятием были рекомендованы пневмоцилиндры фирмы Samozzi серии 61M2P032A0100 двустороннего действия с регулировкой демпфирования в обе стороны для плавного разгона и торможения при перемещении заготовок/поковок [13, 14].

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.113.00 ПЗ

Лист

27



Рисунок 3.8 – Пневмоцилиндр Camozzi 61M2P032A0100

Таблица 3.4 – Технические характеристики ПЦ Camozzi 61M2P032A0100

Характеристика	Значение
Стандарт:	ISO 15552 (DIN/ISO 6431).
Конструкция:	профиль со шпильками внутри.
Присоединение:	G1/8
Действие:	двустороннего действия, магнитный
Диаметр поршня:	32 мм
Диаметр штока:	12 мм
Длина хода поршня:	100 мм
Рабочая температура:	0°...+80°C
Рабочее давление:	1 ... 10 бар
Демфирование:	С регулировкой интенсивности торможения в обе стороны.
Крепление датчиков:	в пазах корпуса
Применяемые датчики:	серий CST, CSH
Материал гильзы:	анодированный алюминий
Материал крышек и поршня:	алюминий
Материал штока:	нерж. сталь AISI-420B
Материал шпилек:	оцинкованная сталь
Материал уплотнений:	NBR (стандарт)
Рабочая среда:	Очищенный до 25 мкм сжатый воздух по ISO 8573-1:2010 с распыленным маслом и без.

3.2.5 Распределитель электропневматический.

Пневмораспределительные устройства предназначены для управления энергией сжатого воздуха, поступающего от источника (компрессорной станции) к потребителю (исполнительным механизмам). В направляющих и регулирующих устройствах воздействие на поток сжатого воздуха осуществляется посредством подвижных запорно-регулирующих элементов (ЗРЭ). Назначение запорно-

регулирующего элемента, вне зависимости от конструктивного исполнения, состоит в изменении величины проходного сечения канала, через который движется воздушный поток. Для управления потоками с большим расходом сжатого воздуха следует использовать преимущественно аппаратуру золотникового типа.

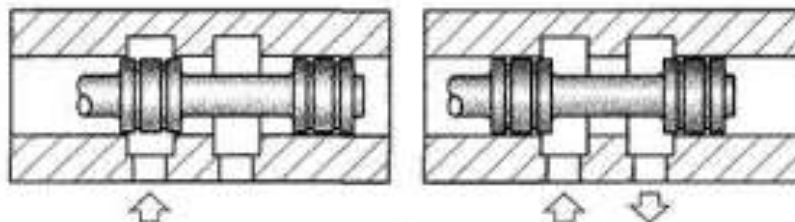


Рисунок 3.9 – Принцип действия аппаратов золотникового типа

В аппаратуре золотникового типа ЗРЭ перемещается перпендикулярно осевой линии потока. Усилие, обусловленное давлением сжатого воздуха на ЗРЭ (золотника), не приводит к какому-либо его смещению т.к. силы давления на торцы золотника уравновешены (золотник разгружен). Для перемещения ЗРЭ необходимо преодолеть только силы трения между ним и корпусом. Для полного открытия рабочего канала золотник необходимо переместить как минимум на величину диаметра канала [10].

При реализации описанной в работе системы будем использовать распределитель фирмы Camozzi серии 358-015-02 золотникового типа с односторонним электропневматическим управлением. Данный пневмораспределитель имеет ручное дублирование под отвертку, что положительно сказывается при монтаже оборудования. Ниже приведены основные технические характеристики [14].



Рисунок 3.10 – Распределитель электропневматический

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Таблица 3.5 – Технические характеристики электропневматического распределителя

Характеристика	Значение
Конструкция:	золотниково-го типа.
Тип распределителя:	5/2 моностабильный с пружинным возвратом.
Пневматическое подключение:	G1/8".
Соленоиды:	мод. А7*/U7*/G7*/А8*/Н8*/G9*.
Разъемы:	122-800, 124-800.
Рабочее давление:	1,4 ... 10 бар.
Расход воздуха:	700 Нл/мин.
Рабочая температура:	0 ... 60°С.
Температура окружающей среды:	0 ... 50°С.
Материал корпуса:	алюминий.
Материал золотника:	нержавеющая сталь.
Уплотнения:	NBR
Установка:	в любом положении.

3.2.6 Привод.

Пневматический привод (пневмопривод) — совокупность устройств, предназначенных для приведения в движение частей машин и механизмов посредством энергии сжатого воздуха.

Сжатый воздух из системы с поршневым пневмоприводом поступает к расположенному на корпусе входному отверстию. Возникающее давление двигает поршень с манжетой и сжимает пружину, опирающуюся на шайбу. После попадания во входное отверстие под действием пружины поршень пневмопривода возвращается в исходное положение. Принципиальная схема пневматического привода изображена на рисунке 3.11.

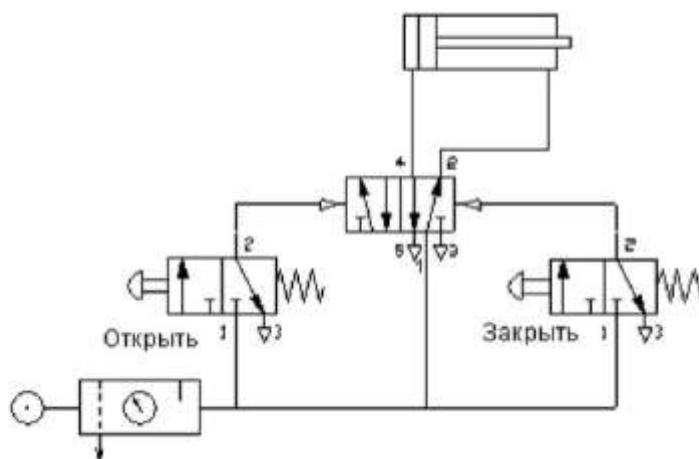


Рисунок 3.11 – Принципиальная схема пневматического привода.

В данной работе пневмопривод служит исполнительным механизмом для управления губками схвата. Предприятием было рекомендовано использование пневматического привода двустороннего действия фирмы Camozzi серии DA30, технические характеристики которого приведены ниже в таблице 3.4 [14].



Рисунок 3.12 – Пневматический привод двустороннего действия DA30

Таблица 3.6 – Технические характеристики пневматического привода DA30

Характеристика	Значение
Общие показатели	
Ход	до 2000 мм
Погрешность позиционирования	1% от полного хода поршня пневмопривода
Диаметр	от 80 до 250 мм
Монтаж	возможен в любом положении пневмопривода
Температура окружающей среды	0..+60°C
Относительная влажность	при температуре +35°C — до 80%
Пневматические параметры	
Рабочее давление	от 2 до 10 Бар
Номинальное давление	6 Бар
Электрические параметры	
Напряжение питания	24 В
Потребляемая мощность	5 Вт
Сигнал управления	4-20 мА или 20-4 мА
Класс защиты	IP65
Подключение пневмопривода	посредством винтовых терминалов

3.2.7 Пирометр

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Пирометр – это прибор для безопасного дистанционного определения температуры объектов. Их применение необходимо в случаях, когда физическое взаимодействие с контролируемым объектом невозможно из-за высоких температур. Принцип работы пирометра основан на измерении мощности теплового излучения объекта измерения в диапазонах инфракрасного излучения и видимого света.

В данной работе с целью придания металлу необходимой пластичности и уменьшения сопротивления пластическому деформированию заготовки перед штамповкой нагревают. От правильного нагрева в значительной степени зависят качество изделия и нормальные условия работы оборудования, поэтому очень важно использование пирометра для обеспечения контроля должного нагрева.

Руководителем дипломного проекта был рекомендован Пирометр Кельвин Компакт 1000.



Рисунок 3.13 – Пирометр Кельвин Компакт 1000

Профессиональный пирометр Кельвин Компакт 1000 предназначен для контроля теплового режима оборудования и измерения температуры в технологических процессах металлургии, машиностроения, нефтехимии в диапазоне от -50 до +1000 °С с точностью +/-1% и сертифицирован для использования при температуре окружающей от -40 до +50 °С.

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Для получения наиболее достоверных результатов измерения имеется ручная регулировка коэффициента излучения материалов от 0,01 до 1,00. Для точного наведения предусмотрен встроенный лазерный целеуказатель, а для контроля теплового режима – функция задания максимальной и минимальной температуры, при превышении которых происходит звуковое и визуальное оповещение. Корпус пирометра изготовлен из металла и имеет эргономичные прорезиненные накладки.

Таблица 3.7 – Технические характеристики пирометра Кельвин Компакт 1000

Диапазон измерения	от -50 до +1000 °С
Точность	1% +/- 1 °С
Разрешение	1 °С
Оптическое соотношение	1:100
Спектральный диапазон	от 8 до 14 мкм
Регулировка коэффициента излучения	от 0.01 до 1
Время измерения	около 1 сек.
Память	встроенная, до 1000 значений
Задание граничных уставок	есть, со звуковым и визуальным оповещением при превышении
Фиксация максимальной температуры	есть
Фиксация последнего значения	есть
Лазерный целеуказатель	есть
Регулировка яркости дисплея	автоматическая
Энергосбережение	отключение через 8 секунд бездействия
Цифровой интерфейс	RS-232
Корпус	металлический с прорезиненными накладками
Источник питания	2 батареи или аккумуляторы типа «АА»; сетевой блок питания 220 В (опция);
Степень пыле- влагозащищенности	IP65
Время работы от батарей	около 15 часов
Температура эксплуатации	от -40 до +50 °С
Температура хранения	от -40 до +55 °С
Влажность	не более 95%
Размеры	44x146x123 мм
Вес	около 300 г.
Гарантия	2 года
Межповерочный интервал	1 год.

3.2.8 Датчик магнитный герконовый.

Магнитные датчики положения Серии CST/CSV служат детектором положения поршня цилиндра. Принцип работы датчика на базе геркона основан на переключении механического контакта и предназначен для эксплуатации при постоянном (до 110 В) и переменном токе (до 220 В). Под воздействием магнитного поля поршня замыкается внутренний контакт датчика, и электрический сигнал выдается в цепь электрической катушки клапана или на вход PLC. О замыкании контакта информирует светодиод желтого цвета.



Рисунок 3.14 – Датчик магнитный (герконовый) Camozzi CST-220

Таблица 3.8 – Технические характеристики магнитного (герконового) датчика Camozzi CST-220

Характеристика	Значение
Установка:	для Т-образного паза
Принцип работы:	сухой контакт
Номинальное рабочее напряжение:	10...110 V DC / 10...230 V AC
Температура окружающей среды:	-10 ... +80 °C
Число срабатываний:	10 млн. циклов
Время включения:	< 1,8 мс
Состояние контакта:	нормально-открытый (Н.О.), PNP
Максимальный выходной ток:	250 мА
Максимальная нагрузка AC / DC:	10VA / 8W
Электрическое подключение:	кабель 2-х жильный – 2x0.14, длина 2 м
Разъем кабеля:	свободные концы проводов

3.2.9 Индуктивный датчик.

Бесконтактный датчик, предназначенный для контроля положения объектов из металла. Принцип действия основан на изменении амплитуды колебаний

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

генератора при внесении в активную зону датчика металлического, магнитного, ферромагнитного или аморфного материала определенных размеров. При подаче питания на конечный выключатель в области его чувствительной поверхности образуется изменяющееся магнитное поле, наводящее во внесенном в зону материале вихревые токи, которые приводят к изменению амплитуды колебаний генератора. В результате вырабатывается аналоговый выходной сигнал, величина которого изменяется от расстояния между датчиком и контролируемым предметом.



Рисунок 3.15 – Датчик индуктивный ISB A2A-31P-2-LZ-C

Таблица 3.9 – Технические характеристики индуктивного датчика ISB A2A-31P-2-LZ-C

Характеристика	Значение
Диапазон рабочих температур:	-45°C...+65°C
Диапазон рабочих напряжений:	10...30 В
Максимальный рабочий ток, I _{max}	200 мА
Падение напряжения при I _{max} , U _d	≤2,5В
Схема подключения	3х проводный
Частота переключения, F _{max}	900 Гц
Номинальный зазор, мм	2 мм

3.3 Разработка алгоритма работы ПО

Ранее в пункте 3.2 был определён функционал программного обеспечения. Пользуясь вышеуказанным описанием режимов работы системы составим алгоритм работы программы [3, 21].

Далее (на рисунках 3.16 – 3.20) будут приведены блок-схемы, иллюстрирующие работу алгоритмов программы.

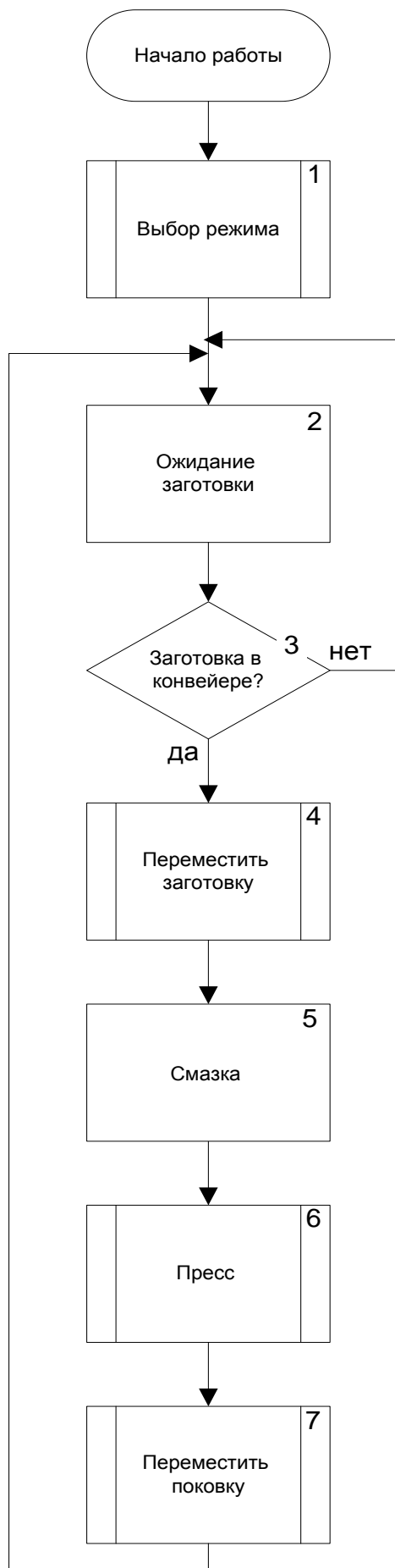


Рисунок 3.16 – Основной алгоритм программы

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.113.00 ПЗ

Блок схемы, показывающие реализацию блоков 1,4, 6 и 7 изображены на рисунках 3.17 – 3.20.

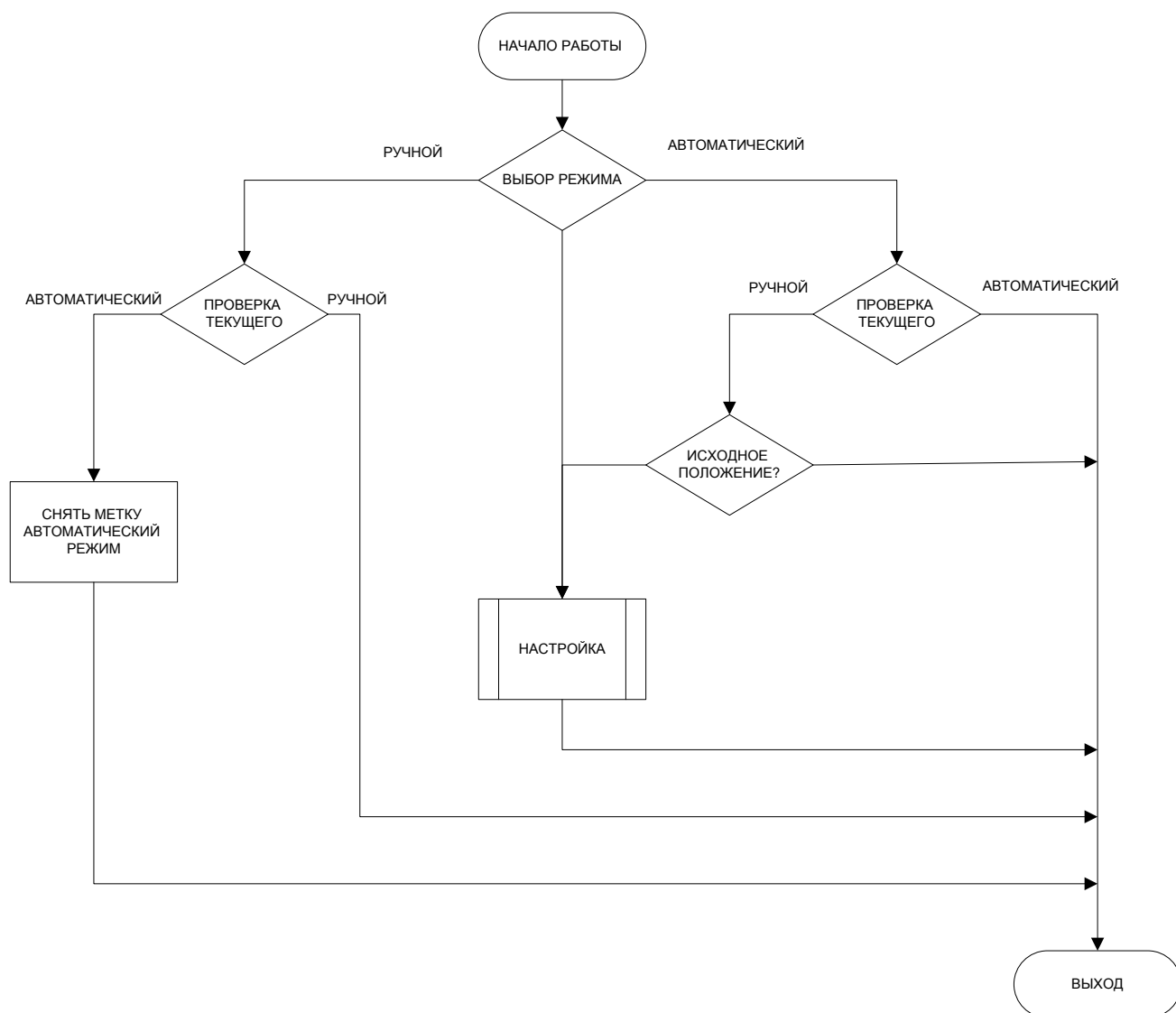


Рисунок 3.17 – Блок 1 основного алгоритма программы

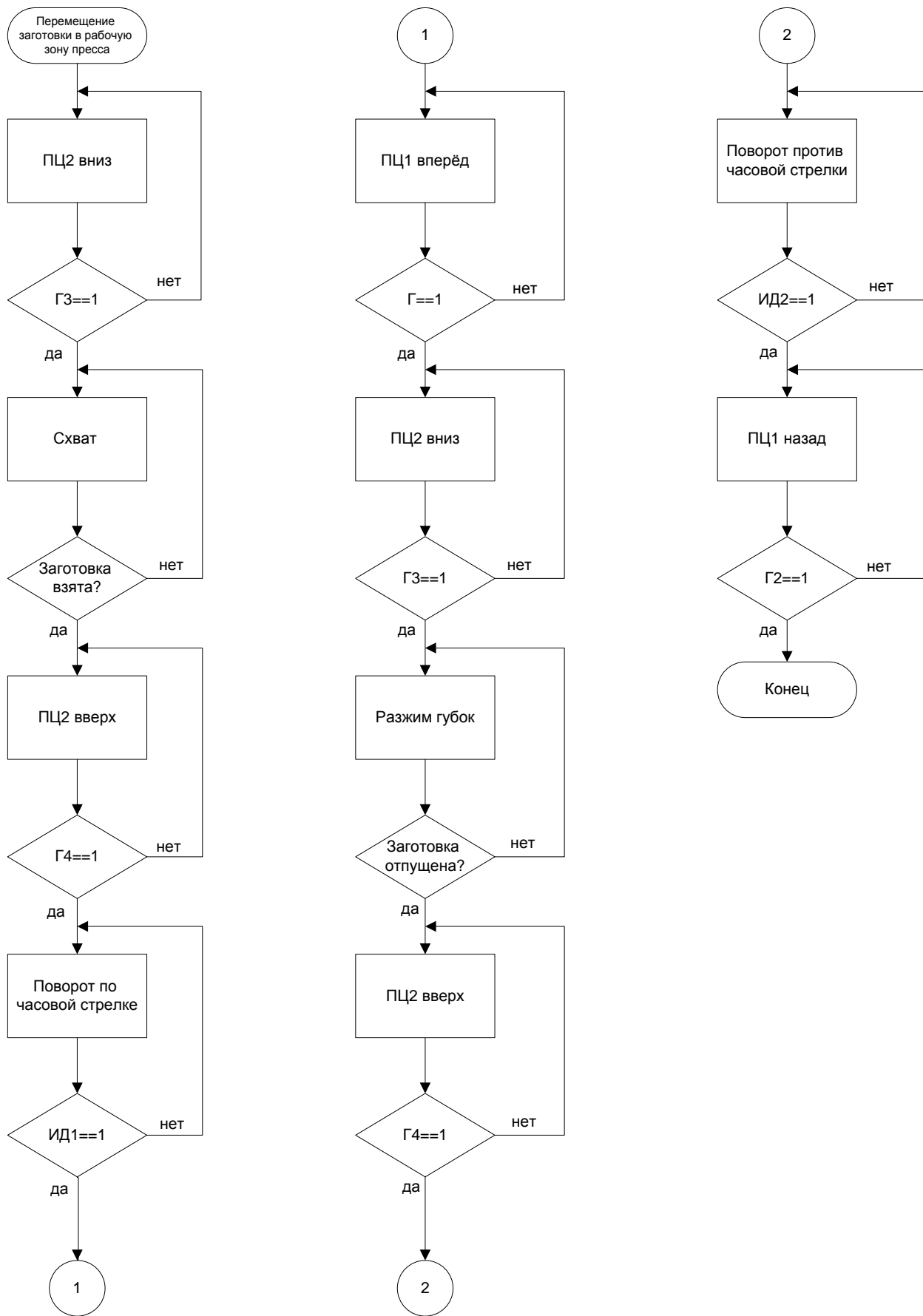


Рисунок 3.18 – Блок 4 основного алгоритма программы

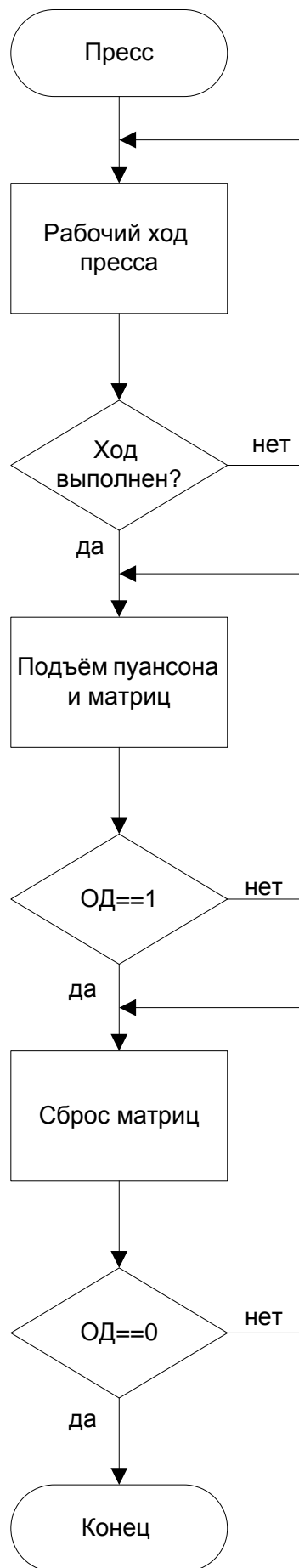


Рисунок 3.19 – Блок 6 основного алгоритма программы

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.113.00 ПЗ

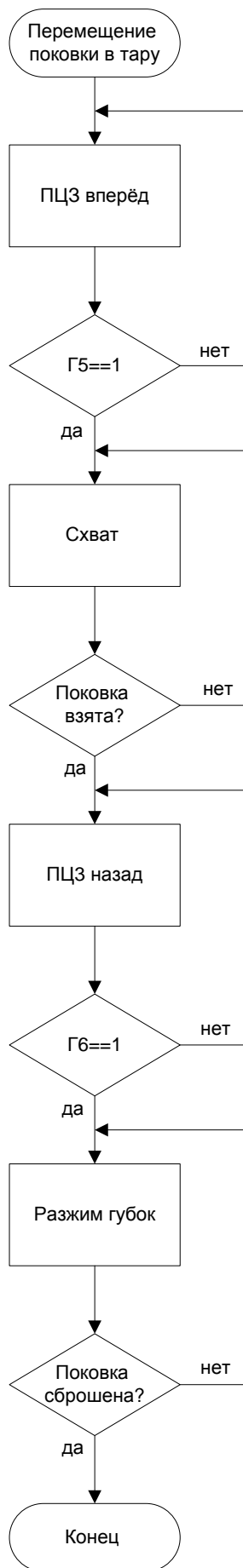


Рисунок 3.20 – Блок 7 основного алгоритма программы

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.113.00 ПЗ

Программная реализация осуществляется при помощи языка LAD – языка релейно-контактной логики. Но поскольку в данной работе проведена автоматизация действующей технологической операции, предприятие-правообладатель не даёт согласие на распространение программного кода данного алгоритма. Поэтому далее рассмотрим реализацию человеко-машинного интерфейса панели оператора [16].

3.4 Выбор, подключение, реализация панели оператора

3.4.1 Выбор панели оператора

Операторская панель (англ. HMI) — это специализированное вычислительное устройство массового производства, реализованное в виде промышленного контроллера, широко использующее человеко-машинный интерфейс для управления операторами отдельными автоматизированными устройствами или целыми технологическими процессами в составе АСУ ТП в рамках промышленной автоматизации [18].

В качестве панели оператора для нашей системы была приобретена панель LSIT 07 (рисунок 3.21).



Рисунок 3.21 – Панель оператора LSIT 07

Современные сенсорные операторские панели LSIT 07 отличаются широкой функциональностью, высокой надежностью и демократичной ценой, а программное обеспечение ScreenEditor, поставляемое с данными панелями,

позволяет в сжатые сроки разработать и внедрить HMI-интерфейс практически для любой системы управления технологическими процессами.

Таблица 3.8 – технические характеристики панели оператора
LSIT07

Дисплей	Дисплей	7" TFT
	Количество отображаемых оттенков	32 768
	Разрешение, пикс	800x480
	Подсветка	LED
	Сенсорная панель	Резистивная
Процессор	Cortex M3 120 МГц	
Память	Память программ, МВ	4
	Слот для карты памяти	SD card
Интерфейс	USB (Мост FTDI-UART)	1.0
	RF-port	Совмещенный с COM1
	Ethernet	1x10/100 BaseT (UDP)
	Порт COM	COM 1(RS-485)
	Протокол	Modbus
Питание	Напряжение питания постоянно тока, В	10...36
	Потребляемая мощность, Вт	5
Часы реального времени	есть	
Корпус панели	Материал корпуса	Пластик стойкий к UF
	Масса, кг	0,78
	Габаритные размеры, мм	213x146x48,2
	Степень защиты	IP 65
	Конструктивное исполнение	монтаж в щит
Условия эксплуатации	Диапазон рабочих температур	от 0° С до 50° С
	Относительная влажность	10%..90% без конденсата
Программное обеспечение	ИСП Screen Editor	
	Эмулятор сети устройств IT Emulator	

3.4.2 Подключение панели оператора к ПК

Для того чтобы иметь возможность загружать проект в панель оператора, а также для его отладки необходимо подключить панель к ПК. Существует 2 вида физического подключения панели оператора к компьютеру:

1. Для загрузки проекта ScreenEditor в панель оператора.
2. Для эмуляции созданного проекта ScreenEditor в среде программы ItEmulator.

Схема физического подключения панели оператора к ПК представлена на рисунке 3.22.

Через порт USB В панели оператора, подключенного к одному из портов USB А компьютера, производится загрузка проекта из среды ScreenEditor в память программ панели оператора.

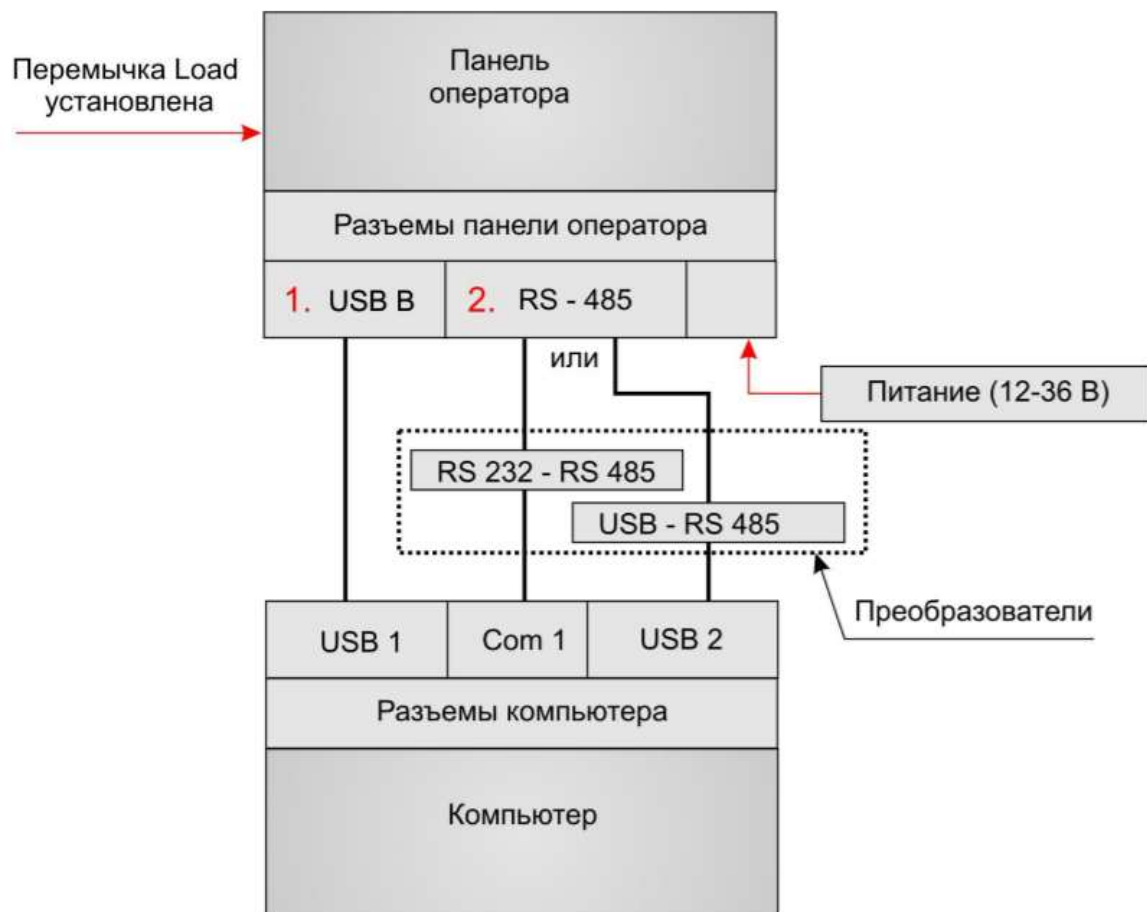


Рисунок 3.22 – Схема физического подключения панели оператора к ПК

Через порт RS – 485 панели оператора, подключенного к компьютеру через преобразователь RS – 485 >> RS – 232 (один из COM портов компьютера) или преобразователь RS – 485 >> USB (один из портов USB A компьютера), производится обмен данными между панелью оператора с загруженным проектом, и программой ItEmulator, под управлением которой выполняется файл эмуляции работы ПЛК (файл с расширением *.mlt).

Для загрузки проекта в панель оператора и для обмена данными по интерфейсу UART1 – RS 485 переключатель «Load» в сервисном разьеме должна быть установлена, как показано на рисунке 3.23. При установленной переключателе в положении «Load» сторожевой таймер (Watchdog) отключен. Если переключатель «Load» не установлена сторожевой таймер задействован [15].



Рисунок 3.23 – Подключение устройства по шине RS– 485

3.4.3 Описание программной среды “ScreenEditor”

Создание проектов для управления системой с помощью панели оператора LSIT 07 осуществляется на ПК с помощью программы “ScreenEditor”, которая предоставляется в комплекте с прибором на компакт-диске. Программа имеет удобный пользовательский интерфейс с большими возможностями для визуализации.

В программе “ScreenEditor” разработчик может создавать, редактировать и сохранять пользовательские экраны, которые будут отображаться на дисплее панели оператор. Основными преимуществами программы ScreenEditor является интуитивно понятный интерфейс, простота в освоении и удобная для разработчика среда программирования.

Отладить работу созданного проекта можно с помощью программы эмулятора сети устройств, позволяющей увидеть работу системы в режиме отладки на компьютере разработчика [15].

3.4.4 Разработка интерфейса панели оператора

Для начала работы необходимо создать новый проект, после чего добавить графический элемент «Метка» – информационное поле. Создаём на экране необходимое количество «Меток» (рисунок.3.1). Текст «Метки» можно

отредактировать кликнув по ней правой кнопкой мыши и в контекстном меню выбрать “Редактировать”.

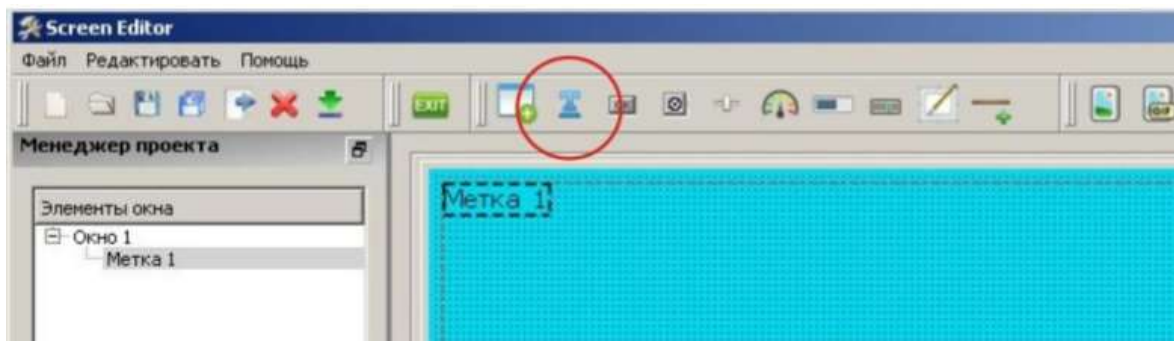


Рисунок 3.24 – Создание информационного поля – “Метка”

Для создания кнопки нажимаем “Создать новую кнопку”. Для изменения текста аналогично нажимаем правой кнопкой мыши и выбираем “Редактировать”, для изменения кода кнопки выбираем “Действие для Кнопка” после чего появляется редактор действия для кнопки. Окно редактора кода кнопки показано ниже на рисунке 3.25.

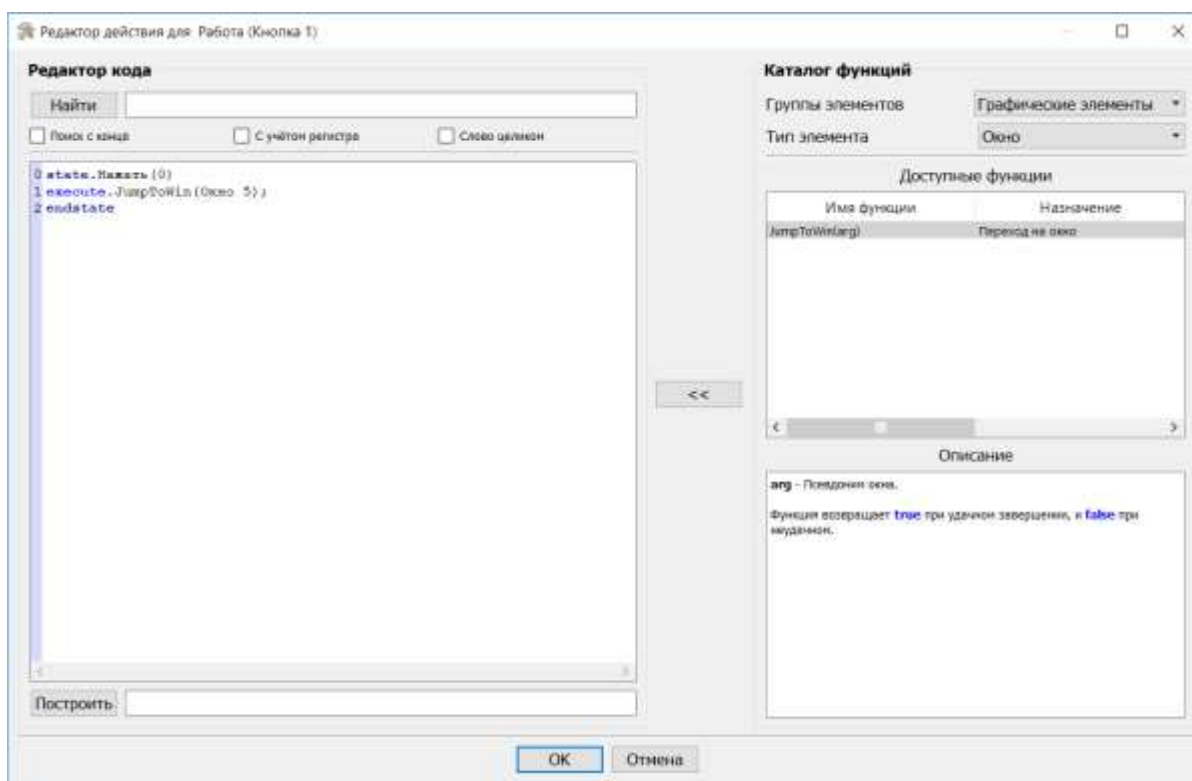


Рисунок 3.25 – Окно редактора кода кнопки

Для создания кода можно воспользоваться функциями из окон “Группы элементов” и “Тип элемента”. Каталоги функций этих окон представлены на рисунке 3.26.

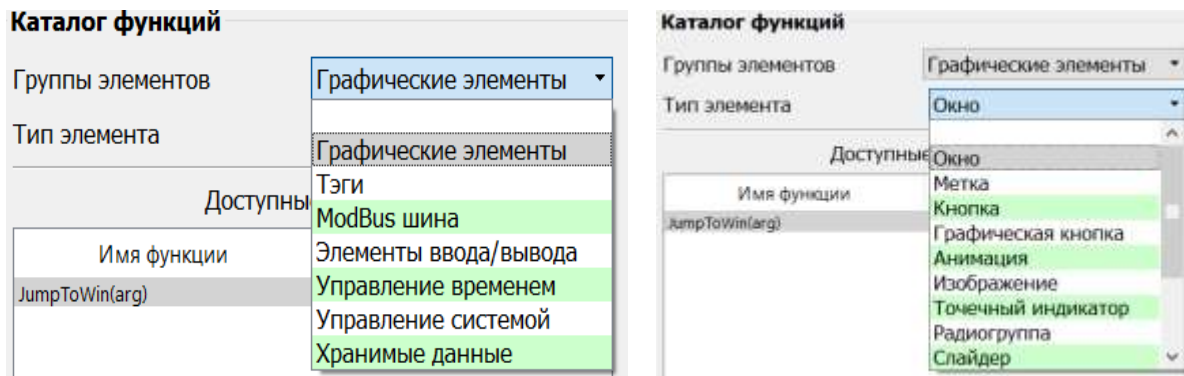


Рисунок 3.26 – Каталоги функций

Далее нам понадобятся теги. Тэг – это переменная определенного типа, определяемая пользователем в программе, для хранения значений, констант или строк. Для создания тега нажимаем кнопку “Добавить тэги”.

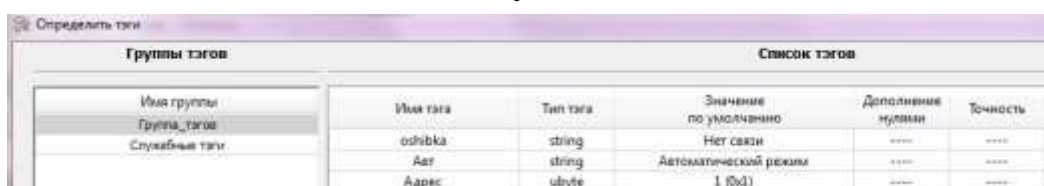


Рисунок 3.27 – Список тегов

Все созданные экраны панели оператора будут отображаться в окне “Менеджер проекта”. Чтобы создать новый экран нажимаем кнопку “Создать новое окно”.

Таким образом, создадим окна панели оператора для каждого режима работы и настройки оборудования (рисунки 3.28 – 3.30).

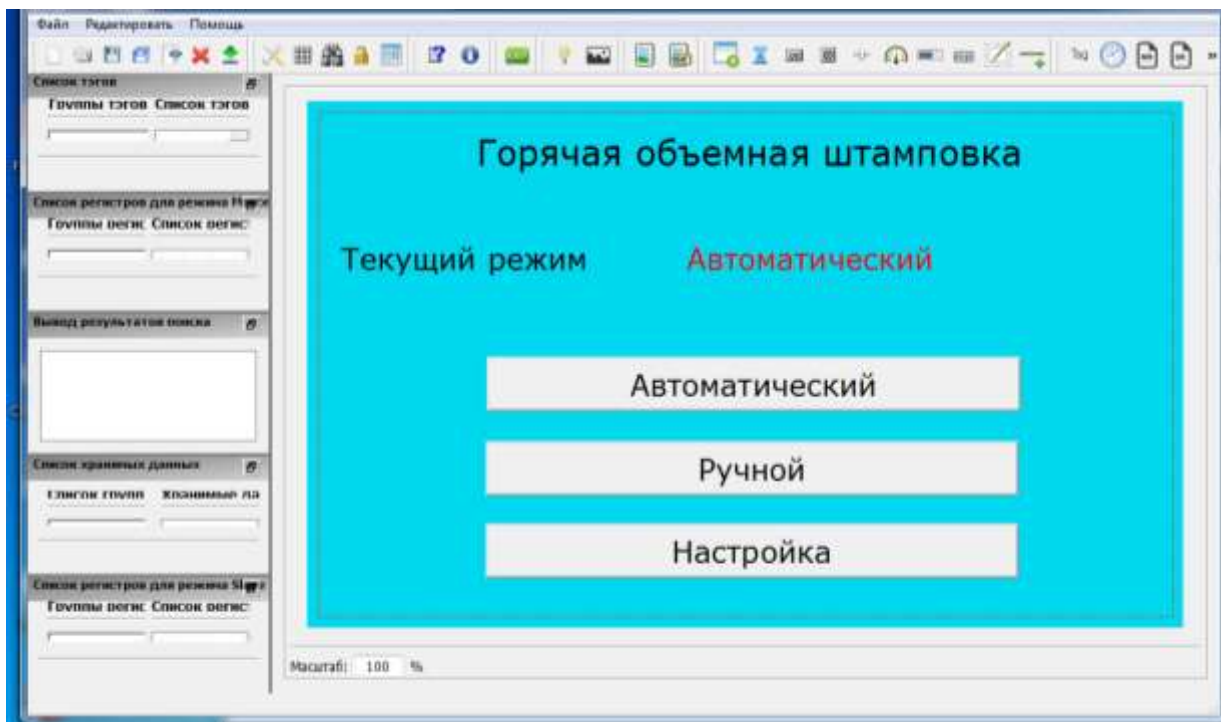


Рисунок 3.28 – Начальный экран панели оператора

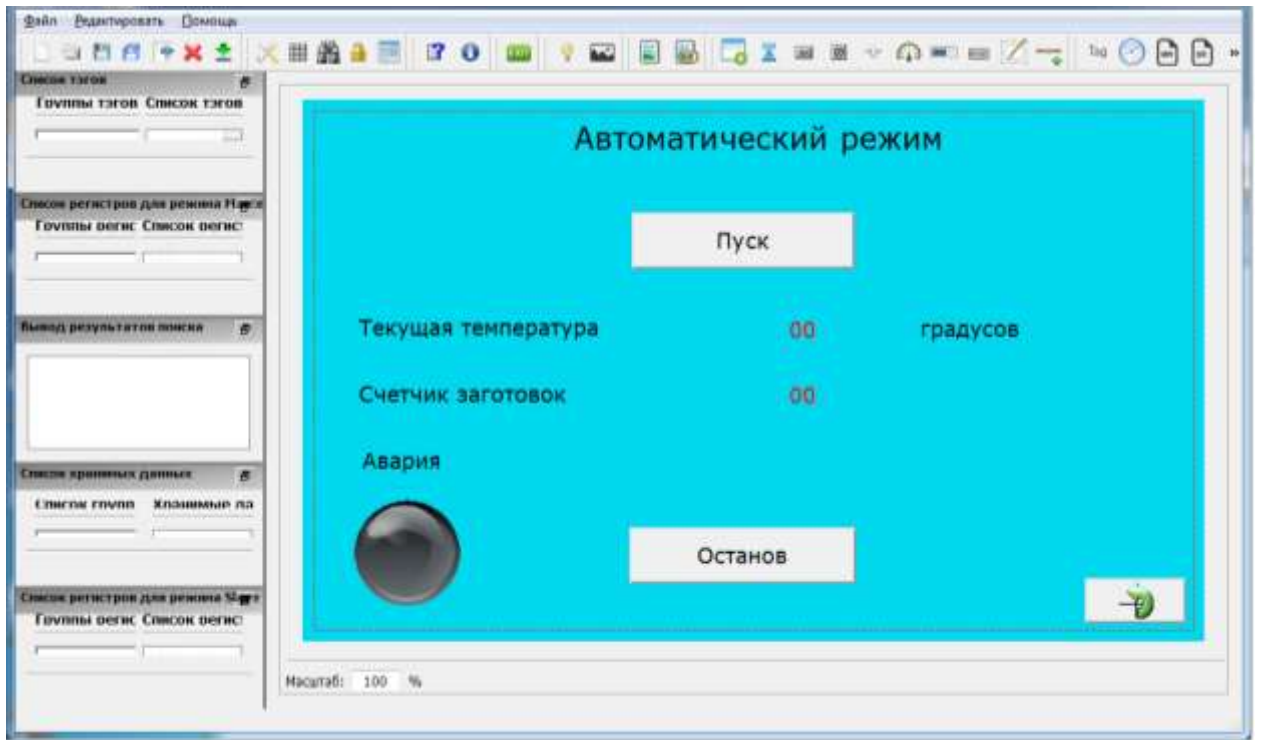


Рисунок 3.29 –Экран панели оператора для работы в автоматическом режиме

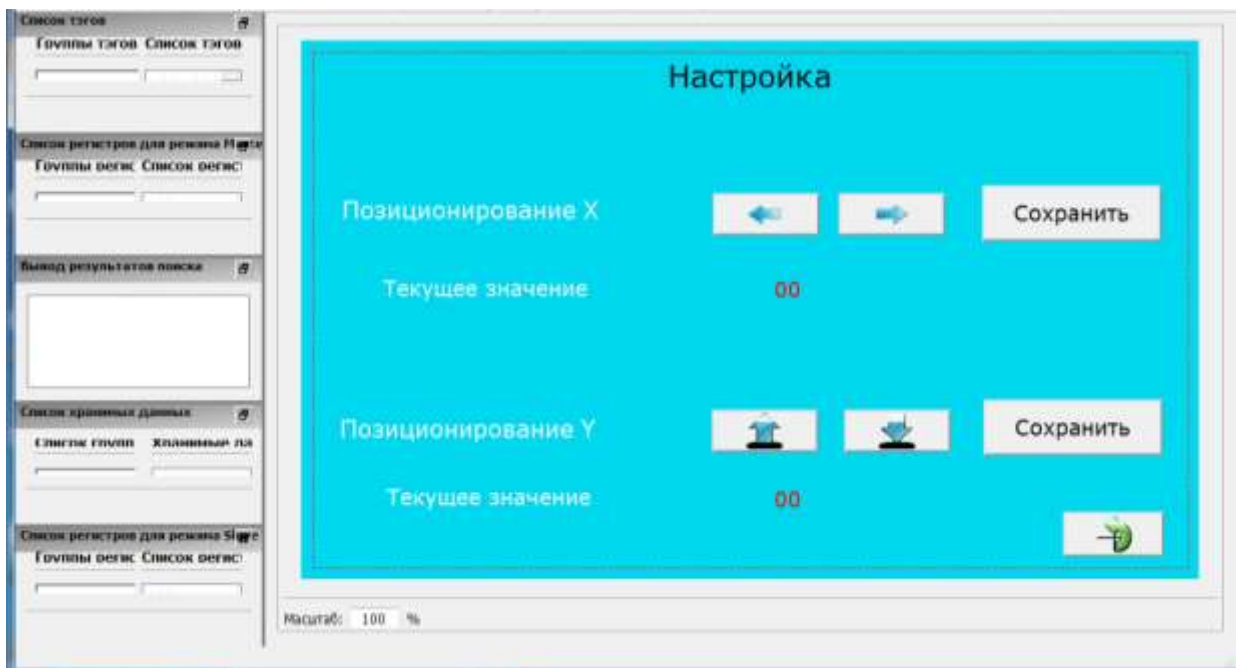


Рисунок 3.30 – Экран настройки

Выводы по главе 3

1. Разработана общая структура системы автоматизации процесса горячей объемной штамповки корпусов латунных шаровых кранов на кривошипном прессе КД2136 предприятия «ЛД ПРАЙД» с применением пневматических манипуляторов, включающая систему подачи заготовок, СУ перемещением заготовки в рабочую зону пресса, СУ рабочим ходом пресса, СУ перемещением поковки в тару с полуфабрикатами, и автоматическую систему смазки.

2. На базе пневмоцилиндров, пневмосхватов, привода и электропневматического распределителя фирмы Camozzi реализованы подсистемы управления перемещением заготовок/поковок по вертикали и горизонтали.

3. При помощи ПЛК фирмы DELTA реализована автоматическое управление рабочим ходом прессы и системы смазки полуматриц штампа.

4. Разработан и реализованы на языке LAD алгоритмы управления перемещением заготовок в рабочую зону прессы, съёмом полученных в результате штамповки поковок, автоматикой работой системы смазки и управление рабочим ходом прессы в автоматическом режиме, обеспечивающим работу прессы КД2136 в автоматическом режиме в течение всего процесса штамповки и ручное управление процессом штамповки в нестандартных ситуациях.

5. Автоматический режим работы прессового оборудования и системы смазки реализован на базе программируемого логического контроллера с возможностью наблюдения за пошаговой работой программы в режиме реального времени; ручной режим обеспечивает возобновление работы системы после отказа, начиная с последней успешной стадии благодаря сохранению информации о состояниях всех параметрах процесса штамповки.

6. На базе панели оператора LSIT 07 в программном продукте «ScreenEditor» реализован человеко-машинный интерфейс (разработаны операторские экраны управления процессом).

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Эффективность системы автоматизации определяется двумя основными показателями – коэффициентом технического использования и производительностью.

4.1 Расчёт коэффициента технического использования $K_{\text{ти}}$.

Для оценки качества системы воспользуемся коэффициентом технического использования $K_{\text{ти}}$.

Коэффициент технического использования – это отношение времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за определённый период эксплуатации к суммарному времени пребывания объекта в работоспособном состоянии, состоянии технического обслуживания (время восстановления) и состоянии простоев за тот же период. [6]

Коэффициент технического использования рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{\text{ти}} = \frac{T_p}{T_p + T_v + T_{\text{п}}},$$

где, T_p – время работы, T_v – время восстановления, $T_{\text{п}}$ – время простоя. С использованием данного выражения определим коэффициент технического использования для двух вариантов систем – действующей и автоматизированной.

Статистика действующего оборудования за 720 часов работы показала, что:

- $T_p = 577$ ч;
- $T_v = 23$ ч;
- $T_{\text{п}} = 120$ ч,

тогда

$$K_{\text{ти}} = \frac{T_p}{T_p + T_v + T_{\text{п}}} = \frac{577}{720} = 0,801.$$

Статистика автоматизированного комплекса за 720 часов работы показала, что:

- $T_p = 678$ ч;
- $T_v = 12$ ч;
- $T_{\text{п}} = 30$ ч;

тогда

$$K_{\text{ти}} = \frac{T_p}{T_p + T_v + T_{\text{п}}} = \frac{678}{720} = 0,942.$$

Исходя из приведённых выше расчётов можно сделать вывод о том, что при автоматизации системы коэффициент технического использования увеличился на 14%.

4.2 Расчёт производительности оборудования Р.

В данном дипломном проекте экономической целью является выпуск продукции, отвечающей требованиям потребителя, гарантирующей получение устойчивой прибыли, достаточной для развития производства.

Определим основной показатель экономической эффективности промышленного производства – производительность оборудования. Производительность оборудования определяется количеством или объемом производимой продукции в единицу времени. Формула расчета производительности оборудования имеет вид:

$$P = \frac{Q}{t}$$

где, Q – количество (объем) произведенной продукции, штук (т, м³ и т.д.); t – время, потраченное на производство данного объема продукции (трудозатраты), ч.

По данной формуле не учитывается простой оборудования, поэтому для его учёта введём коэффициент простоя K_{пр}, значение которого варьируется от 0 до 1. Коэффициент простоя – это отношение среднего времени простоя оборудования ко всему времени работы. Формула расчета производительности оборудования с учетом коэффициента простоя имеет следующий вид:

$$P = \frac{Q}{t} * (1 - K_{пр})$$

Таблица 4.1 – Показатели производительности оборудования

	Параметры действующей системы	Параметры автоматизированной системы
Q, шт/мес	300 000	500 000
t, ч	720	720
K _{пр}	0,167	0,042
t _{пр} , ч	120	30
P, шт/ч	347	665

Расчет производительности действующего оборудования:

$$K_{\text{пр}} = 0,167$$

$$P = \frac{300\,000}{720} * (1 - 0,167) = \text{шт/ч.}$$

В автоматизированной системе за счет исключения человека-оператора удалось сократить время выполнения операции, и, как следствие, снизить среднее время простоя оборудования. Также при помощи автоматической работы системы смазки и точном позиционировании заготовки увеличилось время износа штампа, что сократило время восстановления системы.

Таким образом, производительность труда автоматизированной системы составила:

$$K_{\text{пр}} = 0,042$$

$$P = \frac{500\,000}{720} * (1 - 0,042) = \text{шт/ч.}$$

В результате автоматизации операции ГОШ производительность прессы увеличилась в 1,92 раза.

Выводы по главе 4

Автоматизация операции горячей объёмной штамповки обеспечивает:

1) увеличение производительности прессы с 347 (шт/ч) до 665 (шт/ч), т.е. в 1,92 раза, за счет сокращения времени выполнения операций перемещения заготовок/поковок и автоматической смазки частей штампа, а также за счет возобновления работы комплекса после отказа, начиная с последней успешной стадии, благодаря автоматическому сохранению информации о всех параметрах процесса штамповки;

2) увеличение коэффициента технического использования оборудования (показатель надежности оборудования) с 0,801 до 0,942, т.е. на 18%, за счет разработки панели оператора и, как следствие, сокращения времени на поиск и устранение неисправностей механизмов системы.

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ операции горячей объёмной штамповки корпусов латунных шаровых кранов предприятия «ЛД ПРАЙД» на кривошипном прессе КД2136, показал, что для повышения производительности пресса и качества продукции необходимо разработать систему автоматического управления 2-мя роботами-манипуляторами, обеспечивающими перемещение заготовок/поковок, управление рабочим ходом пресса, автоматическую работу системы смазки полуматриц и перемещение поковок в тару.

2. Разработана общая структура системы автоматизации операции горячей объёмной штамповки корпусов латунных шаровых кранов. Разработаны и реализованы на языке LAD алгоритмы управления системой автоматизации, обеспечивающие работу пресса КД2136 в автоматическом режиме в течение всего процесса штамповки и ручное управление процессом штамповки в нештатных ситуациях.

3. Разработана и реализована в среде «Screen Editor» операторская панель управления LSIT 07, позволяющая осуществлять автоматическое управление операцией ГОШ в штатном режиме и ручное управление при возникновении аварийных ситуаций. Данная панель в режиме реального времени сигнализирует о неисправностях механизмов системы, что позволяет сократить среднее время восстановления работоспособности системы.

4. Анализ качества системы показал, что при автоматизации операции ГОШ коэффициент технического использования оборудования увеличился на 14% и составляет 0,942.

5. Оценка эффективности системы показала, что в результате автоматизации операции ГОШ производительность труда автоматизированной системы увеличилась в 1,92 раза и составляет 665 шт/ч.

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Попов, Л. М. Схваты промышленных роботов: Учебное пособие для курсового проектирования / Л. М. Попов. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2011. – 39 с.

2 Челпанов, И. Б. Схваты промышленных роботов / И. Б. Челпанов, С. Н. Колашников. – Л: машиностроение, 1989. – 287 с.

3 Борисов, А.М. Программируемые устройства автоматизации: учебное пособие/ А.М. Борисов, А.С. Нестеров, Н.А. Логинова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 186 с.

4 Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя / В. И. Анурьев. и др. – М. : МАШГИЗ Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 2001. – 1144 с.

5 Брюханов, А. Н. Ковка и объёмная штамповка. Учебное пособие для машиностроительных вузов / А. Н. Брюханов. – М. : машиностроение, 1975. – 408 с.

6 Павловская, О.О. Основы теории надежности: учебное пособие / О.О. Павловская. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2013. – 94с.

7 Петраков, Ю. В. Теория автоматического управления технологическими процессами: учебное пособие для студентов вузов / Ю.В. Петраков, О.И. Драчев. – М.: Машиностроение, 2008. – 336 с.

8 Тылкин, М.А. Повышение долговечности деталей металлургического оборудования / М.А. Тылкин. – М.:Металлургия, 1971.–210с.

9 Схват промышленного робота [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://patents.su/2-895650-skhvatt-promyshlennogo-robota.html>, свободный. – Загл. с экрана.

10 Пневмораспределители [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kampru.ru/articles/111/114/831/>, свободный. – Загл. с экрана.

11 Конструкция пневматического цилиндра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kampru.ru/articles/111/114/831/http://www.hydro-pnevmo.ru/topic.php?ID=93#dvushtoron>, свободный. – Загл. с экрана.

12 Автоматизированные комплексы штамповки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pereosnastka.ru/articles/avtomatizirovannye-kompleksy-kholodnoi-listovoi-shtampovki>, свободный. – Загл. с экрана.

13 Типы пневматических систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ppt-online.org/256945>, свободный. – Загл. с экрана.

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

14 Каталог пневматической аппаратуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://catalog.camozzi.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

15 LSIT 07 Руководство (монтаж и подключение).pdf [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.lamsystems-it.ru/production.php?g=1&id1=14>, свободный. – Загл. с экрана.

16 Руководство по программированию DVP-ES/EX/SS/SA/SX/SC/SV/EH2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.deltronics.ru/images/manual/DVP-ES-EX-SS-SA-SX-SC-SV-EH2_progr_manual_rus.pdf, свободный. – Загл. с экрана.

17 Данченко, В.Н. ПРОГРЕССИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ / В.Н. Данченко, // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2011. – №7. – С. 244.

18 Операторская панель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BB%D1%8C, свободный. – Загл. с экрана.

19 Редакторы, перевода Фролов Ю. А. Руководство по решениям в автоматизации. Практические аспекты систем управления технологическими процессами / перевода Фролов Ю. А. Редакторы. – М. : ЗАО «Шнейдер Электрик», 2011. – 322 с.

20 Семёнов, Е.И. Ковка и штамповка / Е.И. Семёнов, Ганаго. А.О., Живов. Л.И.. – М. : Машиностроение, 1985. – 568 с.

21 Ключев, А.С. Проектирование систем автоматизации технологических процессов / А.С. Ключев, и др. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 394 с.

					09.03.01.2018.113.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Схема подключения источников управляющих сигналов к ПЛК

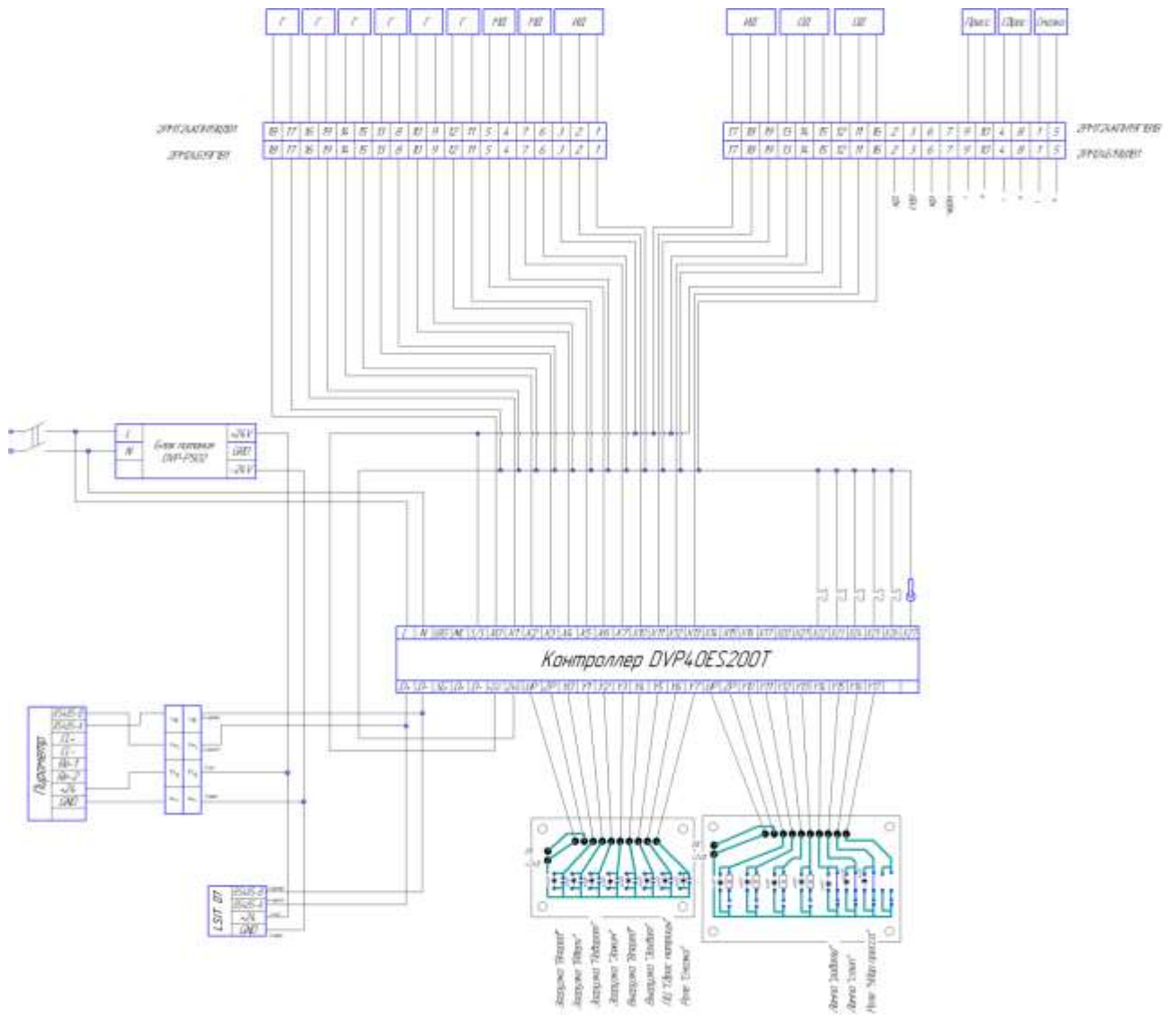


Рисунок П.1

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

09.03.01.2018.113.00 ПЗ

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Код программы

```
Редактор кода
Найти
 Поиск с конца
 С учётом регистра
 Слово целиком

0 begintask.Start(1000)
1
2
3 result.GetRegistersFromDev("COM1", 0x3, 0x0, Группа_тэгов:Адрес, Группа_чтение:1, Группа_чтение:1);
4 if true
5 {
6 execute.SetColorTextLabel(Окно 3:Метка 7, #0);
7 execute.SetLabelText(Окно 3:Метка 1, Группа_тэгов:Текущая_температура);
8 execute.SetValLevelFromTag(Окно 3:Линейный_уровень 1, Группа_тэгов:Текущая_температура);
9 }
10 if false
11 {
12 execute.SetColorTextLabel(Окно 3:Метка 7, #11999);
13 execute.SetLabelText(Окно 3:Метка 1, Группа_тэгов:oshibka);
14 }
15 //Счетчик заготовок
16 execute.GetRegistersFromDev("COM1", 0x3, 0x0, Группа_тэгов:Адрес, Группа_запись:20, Группа_запись:20, Г
17 result.Equal(Группа_тэгов:Счетчик_заготовок, 1);
18 if true
19 {
20 execute.SetLabelText(Окно 3:Метка 11, Группа_тэгов:прибавить);
21 }
22 if false
23 {
24 execute.SetLabelText(Окно 3:Метка 11, Группа_тэгов:убавить);
25 }
26
27 execute.GetRegistersFromDev("COM1", 0x3, 0x0, Группа_тэгов:Адрес, Группа_запись:21, Группа_запись:21, Г
28 result.Equal(Группа_тэгов:Без_изменений);
29 if true
30 {
31 execute.SetLabelText(Окно 3:Метка 11, Группа_тэгов:Добавить);
32 }
33 if false
34 {
35 execute.SetLabelText(Окно 3:Метка 11, Группа_тэгов:Убавить);
36 }
37
38 //Аварийное состояние
39 result.GetRegistersFromDev("COM1", 0x3, 0x0, Группа_тэгов:Адрес, Группа_чтение:4, Группа_чтение:4);
40 if true
41 {
42 execute.SetColorTextLabel(Окно 3:Метка 9, #0);
43 execute.SetLabelText(Окно 3:Метка 5, Группа_тэгов:Наличие_условий);
44 }
45 if false
46 {
47 execute.SetColorTextLabel(Окно 3:Метка 9, #11999);
48 execute.SetLabelText(Окно 3:Метка 5, Группа_тэгов:oshibka);
49 }

```

Построить

Рисунок П.2



Рисунок П.3

Редактор кода

Найти

Поиск с конца С учётом регистра Слово целиком

```

86 execute.SetColorTextLabel(Окно 1:Метка 3,#32767);
87 execute.SetLabelText(Окно 1:Метка 3,Группа_тэгов:Авт);
88 }
89
90
91
92
93 result.VerifySetBit(Группа_тэгов:БИТ_ПИД,0);
94 if true
95 {
96 //Позиционирование X
97 result.GetRegistersFromDev("COM1",0x3,0x0,Группа_тэгов:Адрес,Группа_запись:10,Группа_запись:10);
98 if true
99 {
100 execute.SetLabelText(Окно 4:Метка 7,Группа_тэгов:КП);
101 }
102 result.VerifySetBit(Группа_тэгов:ЗаписатьП,0);
103 if true
104 {
105 execute.SendRegistersToDev("COM1",0x10,0x0,Группа_тэгов:Адрес,Группа_запись:10,Группа_запись:10);
106 execute.ClearBit(Группа_тэгов:ЗаписатьП,0);
107 }
108 //Позиционирование Y
109 result.GetRegistersFromDev("COM1",0x3,0x0,Группа_тэгов:Адрес,Группа_запись:11,Группа_запись:11);
110 if true
111 {
112 execute.SetLabelText(Окно 4:Метка 8,Группа_тэгов:КИ);
113 }
114 result.VerifySetBit(Группа_тэгов:ЗаписатьИ,0);
115 if true
116 {
117 execute.SendRegistersToDev("COM1",0x10,0x0,Группа_тэгов:Адрес,Группа_запись:11,Группа_запись:11);
118 execute.ClearBit(Группа_тэгов:ЗаписатьИ,0);
119 }
120
121
122 result.GetRegistersFromDev("COM1",0x3,0x0,Группа_тэгов:Адрес,Группа_запись:12,Группа_запись:12);
123 if true
124 {
125 execute.SetLabelText(Окно 4:Метка 9,Группа_тэгов:КД);
126 }
127 result.VerifySetBit(Группа_тэгов:ЗаписатьД,0);
128 if true
129 {
130 execute.SendRegistersToDev("COM1",0x10,0x0,Группа_тэгов:Адрес,Группа_запись:12,Группа_запись:12);
131 execute.ClearBit(Группа_тэгов:ЗаписатьД,0);
132 }
133 }
134
135
136

```

Построить

Рисунок П.4

Редактор кода

Найти

Поиск с конца С учётом регистра Слово целиком

```

107 }
108 //Позиционирование Y
109 result.GetRegistersFromDev("COM1", 0x3, 0x0, Группа_тэгов:Адрес, Группа_запись:11, Группа_запись:11);
110 if true
111 {
112 execute.SetLabelText(Окно 4:Метка 8, Группа_тэгов:КИ);
113 }
114 result.VerifySetBit(Группа_тэгов:ЗаписатьИ, 0);
115 if true
116 {
117 execute.SendRegistersToDev("COM1", 0x10, 0x0, Группа_тэгов:Адрес, Группа_запись:11, Группа_запись:11);
118 execute.ClearBit(Группа_тэгов:ЗаписатьИ, 0);
119 }
120
121
122 result.GetRegistersFromDev("COM1", 0x3, 0x0, Группа_тэгов:Адрес, Группа_запись:12, Группа_запись:12);
123 if true
124 {
125 execute.SetLabelText(Окно 4:Метка 9, Группа_тэгов:КД);
126 }
127 result.VerifySetBit(Группа_тэгов:ЗаписатьД, 0);
128 if true
129 {
130 execute.SendRegistersToDev("COM1", 0x10, 0x0, Группа_тэгов:Адрес, Группа_запись:12, Группа_запись:12);
131 execute.ClearBit(Группа_тэгов:ЗаписатьД, 0);
132 }
133 }
134
135
136
137 result.VerifySetBit(Группа_тэгов:БИТ_ВРЕМЯ, 0);
138 if true
139 {
140 //запись значения
141 result.GetRegistersFromDev("COM1", 0x3, 0x0, Группа_тэгов:Адрес, Группа_запись:22, Группа_запись:22);
142 if true
143 {
144 execute.SetLabelText(Окно 4:Метка 9, Группа_тэгов:КД);
145 }
146 result.VerifySetBit(Группа_тэгов:ВРЕМЯ_УСТАНОВИТЬ_БИТ, 0);
147 if true
148 {
149 execute.SendRegistersToDev("COM1", 0x10, 0x0, Группа_тэгов:Адрес, Группа_запись:22, Группа_запись:22);
150 execute.ClearBit(Группа_тэгов:ВРЕМЯ_УСТАНОВИТЬ_БИТ, 0);
151 }
152 }
153
154
155 endtask

```

Построить

Рисунок П.5