

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(национальный исследовательский университет)»

Политехнический институт
Факультет механико-технологический
Кафедра «Технологические процессы и автоматизация машиностроительного
производства»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ С.В. Сергеев
_____ 2017 г.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ПРЕССОМ МОДЕЛИ БА-1642

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты
Безопасность жизнедеятельности,
зав. кафедрой МАЭ
_____ В.Г. Некрутов
_____ 2017 г.

Руководитель проекта,
доцент
_____ Ю.С. Сергеев
_____ 2017 г.

Автор проекта
студент группы ДО-550
_____ А.В. Шевалдин
_____ 2017 г.

Нормоконтролер,
доцент
_____ Ю.С. Сергеев
_____ 2017 г.

Челябинск 2017 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	7
2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	9
3 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.....	13
3.1 Требования к новой системе управления.....	13
3.2 Состав и структура системы управления.....	16
3.3 Входные и выходные сигналы.....	16
3.4 Режимы работы.....	19
3.5 Алгоритм работы.....	22
3.6 Математическое описание.....	23
4 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ.....	24
4.1 Выбор контроллера.....	24
4.2 Выбор модулей подключаемых к контроллеру.....	25
4.3 Выбор клеммников.....	29
4.4 Панель оператора.....	29
4.5 Выбор источника питания.....	30
4.6 Выбор сетевого фильтра.....	31
4.7 Выбор автоматических выключателей.....	31
5 МОДЕЛИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ.....	34
6 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	42
7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	48
8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	55
8.1 Краткое описание производственного участка.....	55
8.2 Анализ производственных и экологических опасностей.....	55
8.3 Требования охраны труда.....	56
8.4 Производственная санитария.....	61
8.5 Противопожарная и взрывобезопасность.....	64
8.6 Экологическая безопасность.....	64
8.7 Организация средств индивидуальной защиты населения при чрезвычайных ситуациях.....	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	76
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	77
Приложения.....	78

Приложение А "Автоматизированная система пресса БА-1642.
Математическое описание режимов работы"

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

ВВЕДЕНИЕ

Копровый цех является структурным подразделением ПАО «Ашинского металлургического завода» и обеспечивает прием, переработку и подачу к сталеплавильным агрегатам необходимых материалов для выплавки стали.

Переработка металлолома и отходов прокатного производства осуществляется при помощи огневой и механической резки, а также пакетирования.

Для разделки металлолома, повышения его плотности и уменьшения объема используются: механизированная установка газовой резки, пакетировочные прессы, средства для дробления и отсева стальной стружки, а также индивидуальные средства для огневой резки. Крупногабаритный и тяжеловесный металлолом измельчается с помощью пресс - ножниц и ручных газокислородных резаков [1].

Пресс гидравлический пакетировочный усилием 16 МН – БА-1642 предназначен для пакетирования железностального металлолома. Пакетир-прессы такого типа устанавливаются на скрапных базах, крупных металлургических комбинатах и заводах [2].

В связи с большой интенсивностью загрузки оборудования и для исключения человеческого фактора, установки по переделке лома должны быть обеспечены системой управления.

В настоящее время на объекте установлена система автоматики, построенная на применении матричной логики серии «М» на базе микросхем К511, которая на данный момент морально устарела и физически изношена, что приводит к выходам из строя различных элементов. Ремонт и наладка данных модулей занимает значительное время, в связи с тем, что производство их прекращено [3].

Возникает требование к информативности в работе оператора пресса, а также подачи сигналов по технологическим операциям, для контроля работы пресса и своевременной реакции оператора.

В связи с этим целесообразно будет заменить текущую систему управления программируемым логическим контроллером, а также установкой интерфейса.

Целью выпускной квалификационной работы является увеличение производительности, за счет снижения времени простоя оборудования.

Задачами работы является:

- разработка функциональной схемы;
- разработка математического описания работы автоматики;
- моделирование режимов работы автоматики;
- разработка принципиальной электрической схемы и программного обеспечения;
- расчет экономической эффективности от внедрения новой системы автоматики.

Объектом работы является пресс БА-1642.

Предметом работы является автоматизированная система.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Системы автоматического управления охватывают широкий спектр технологических процессов: от управления отдельным оборудованием до комплексной автоматизации цехов и предприятий.

Система автоматики управления прессом использует унифицированные модули матричной логики серии «М» на базе ИМС серии К511 [4].

Модернизация данной системы заключается в замене матричной логики М на программируемый промышленный контроллер (ПЛК).

Отечественная отрасль автоматизации выпускает микроконтроллеры фирмы ОВЕН. Зарубежными аналогами являются микроконтроллеры фирм Siemens, Kooyo Electronic Industries, Mitsubishi, Omron, Schneider Electric.

Для сравнения выбираем ПЛК фирмы «Овен» отечественного производства и фирм «Kooyo Electronic Industries», «Siemens» зарубежных производителей. Сравнение выполнено в таблице 1.

В таблице использованы следующие наименования языков программирования:

- Sequential Function Chart (SFC) – последовательные функциональные схемы
- Function Block Diagram (FBD) – функциональные блочные диаграммы
- Ladder Diagram (LD) – релейно-контактные схемы;
- Instruction List (IL) - список инструкций (ассемблер);
- Structured Text (ST) – структурированный текст.
- Ladder Diagram (LAD) – диаграммы лестничной логики;
- Relay Ladder Logic (RLL и RLLPLUS) – язык релейной логики [5].

Таблица 1 – Сравнение технических параметров ПЛК

Параметр	Контроллер		
	Direct Logic 06 с процессором D0-06DD2	Siemens S7-200 с процессором CPU 224	ПЛК110-60
Время выполнения логических операций, мкс	2,0	0,22	20
Питание: переменный ток/постоянный ток, В	~100-240/12-24	~90-265/18-29	~85-264/20,4-28,8
Объем встроенной памяти, КБ	14,8	12,3	16
Количество флагов/таймеров/счетчиков, шт	-/256/128	256/256/256	-

Продолжение таблицы 1

Параметр	Direct Logic 06 с процессором D0-06DD2	Siemens S7-200 с процессором CPU 224	ПЛК110-60
Количество дискретных каналов ввода/вывода, шт	20/16	14/10	36/24
Возможности расширения	4 дополнительных слота расширения	7 дополнительных слота расширения	внешние модули ввода\вывода
Протоколы связи	DirectNET Modbus RTU Modbus TCP Modbus ASCII	Modbus RTU PPI	Modbus RTU Modbus TCP Modbus ASCII OBEH GateWay
Интерфейсы связи	RS-232/ RS-422/RS-485	RS-232/RS-485	RS-232/RS-485
Программирование	DirectSOFT	STEP 7 Micro/ WIN	CoDeSys
Языки программирования	RLL, RLLPLUS.	LAD, STL, FBD	IL, ST, SFC, FBD, LD

Для модернизации автоматизированной системы выбран ПЛК Direct LOGIC, т.к. для реализации этой задачи на предприятии имеется в наличии два ПЛК: Direct Logic 06 и ПЛК110-60 [6].

Продукт фирмы Овен имеет ряд недостатков перед своим конкурентом:

- необходимость приобретения внешних модулей ввода/вывода, что значительно дороже встраиваемых модулей;
- ограничение количества подключаемых внешних модулей ввода/вывода;
- недостаточно качественная документация, что осложняет знакомство и тестирование данного продукта;
- программное обеспечение уступает в эргономичности перед средой разработки для ПЛК Direct Logic 06;

Вывод по разделу один: таким образом, в данной главе проведен обзор имеющихся отечественных и зарубежных разработок. Различные технические решения имеют свои достоинства и недостатки, что требует оптимального выбора оборудования. Отечественные продукты имеют достаточные возможности для конкуренции с иностранными фирмами, однако зарубежные ПЛК имеют больше возможностей, чем становятся предпочтительнее при выборе оборудования.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Копровый цех является структурным подразделением ПАО "Ашинского металлургического завода" и обеспечивает прием, переработку и подачу к сталеплавильным агрегатам всех необходимых для выплавки стали основных и вспомогательных материалов.

Переработка металлолома и отходов прокатного производства осуществляется при помощи огневой и механической резки, пакетирования.

Для разделки металлолома, повышения его плотности и уменьшения объема используются: механизированная установка газовой резки, пакетировочные прессы, средства для дробления и рассева стальной стружки, а также индивидуальные средства для огневой резки. Крупногабаритный и тяжеловесный металлолом измельчается с помощью пресс - ножниц и ручных газокислородных резаков.

Весь металлический лом перед подачей в копровый цех проходит контроль на наличие радиоактивного, химического и других видов загрязнений.

Копровый цех начинается с весов: автомобильных и железнодорожных - на них взвешиваются все материалы, поступающие в цех.

А именно:

- 1) металлолом;
- 2) передельный чугун;
- 3) кокс;
- 4) известняк;
- 5) железная руда и окатыши;
- 6) ферросплавы и т.д.

Водитель грузовика с металлоломом в первую очередь едет на весы, автомобиль взвешивают, затем он едет на разгрузку. Если самосвальный кузов - разгружается сам, если нет - тогда магнитами или грейферным захватом разгружает мостовой кран (в пролете цеха) или самоходный перегрузчик - если на открытой площадке.

Затем опорожненную машину взвесят снова и по разнице с предыдущим весом зачтут привезенный груз.

Следующий этап: специально аттестованные специалисты проводят радиационный и пиротехнический контроль привезенного металлолома. После этого лом поступает на переработку - если это крупногабаритный лом (например, железнодорожный вагон, пришедший своим ходом) - его отправят на участок огневой резки, где разрежут газом на куски определенного размера, если это стальная стружка навалом - ее отправят в пакетировочные прессы, если это автомобильные кузова - отправят на специальный пресс, или в шредер (специальная мельница - там лом разделяется на небольшие куски размером с ладонь) и затем прессуется в пакеты. На специализированных под разделку автомобильного лома заводах также проводится сепарация для извлечения из стального лома цветных металлов и неметаллических материалов.

Затем обработанный таким образом металлолом магнитами или грейфером раскладывается по бункерам или площадкам в соответствии с назначенной

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

группой, с этого момента это уже не лом - а шихта, т.е. подготовленное для за-валки в печь сырье.

Аналогично по соответствующим местам и бункерам раскладываются другие материалы – что-то просто насыпью (руда) например, что-то - в специальных емкостях и контейнерах на складе (например, ферросплавы: их вообще - наиболее дорогостоящие марки привозят на завод с вооруженной охраной).

Затем наступает следующий этап. Смысл его в том, что выплавка каждой марки стали, подразумевает использование шихты определенного состава (по технологическим и экономическим соображениям). В соответствии с имеющейся заявкой копровый цех формирует партии шихты под конкретную плавку. В определенном порядке эти материалы (стальная шихта, чугун, кокс, руда, известняк, ферросплавы и т.д.) раскладываются в специальные ковши (мульды) - которые и будут, затем переданы в сталеплавильный цех на загрузку в печь.

Пресс БА-1642 является одним из основных производственных механизмов копрового цеха. Пресс производит брикеты, предназначенные для дальнейшей переплавки. В качестве исходных материалов используются следующие отходы: мелочь от производства окатышей, скрап, полученный при переработке шлаков, отходы, образующиеся при огневой резке, конвертерные шламы, прокатная окалина и другие отходы.

Брикетирование - процесс получения кусков (брикетов) с добавкой и без добавки связующих веществ с последующим прессованием смеси в брикеты нужного размера и формы.

Целью структурообразования мелких материалов является не только получение определенного размера кусков, но и создание в искусственных структурах комплекса заданных физико-химических свойств. В связи с этим существует закономерная причинно-следственная связь технологических параметров процессов структурообразования с качественными характеристиками подготовленных материалов.

При плавке стружки и других мелких отходов прочные оксидные пленки препятствуют слиянию капель жидкого металла и на поверхности металла образуется пенообразная масса. Если последнюю массу удалить из ванны, то на воздухе она быстро окисляется с выделением большого количества тепла, которое добела раскаляет съемы, и при этом весь металл окисляется.

На извлечение металла оказывает влияние и суммарная поверхность металла, а также ее состояние и засоренность. Поверхность окисления будет тем больше, чем мельче размеры переплавляемых кусков металла и чем больше в нем трещин. Блестящая поверхность холоднокатаного листа окисляется меньше, чем окисленная шероховатая поверхность отливки. Поэтому при плавке стружки и съемов получается наименьшая степень извлечения металла, которая еще больше снижается при наличии влаги и масла [8].

Обрезки, выштамповка и другие отходы менее подвержены окислению, чем съемы и стружка, но наличие на них приделок, краски, различных покрытий снижает степень извлечения металла. Последнюю можно повысить при соответствующей подготовке сырья к плавке — уменьшив засоренность и снизив

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

удельную его поверхность, т.е. отношение поверхности к его объему. Для этого используются пакетировочные прессы.

Пресс гидравлический пакетировочный усилием 16 МН (1600 т.с.) БА-1642 предназначен для пакетирования железностального металлолома. Пакетир-прессы такого типа устанавливаются на скрапных базах, крупных металлургических комбинатах и заводах [2].

Основные технические данные прессы приведены в таблице 2

Таблица 2 – Технические данные прессы

Наименование параметра	Размерность	Значение
Номинальное усилие последней ступени	кН	16 000
Давление рабочей жидкости	МПа	32
Удельное давление в конце пакетирования	МПа	25
Время цикла прессования, максимальное	с	138
Размеры прессовой камеры	м	3,5x2,8x2,47
Мощность привода	кВт	720
Объем камеры	м ³	
- в начале пакетирования	м ³	24,2
- в конце пакетирования	м ³	1,3
Толщина пакетируемых отходов	мм	12
Параметры пакета		
- сечение	мм	1000 x 710
- длина	мм	1600-2000
- плотность	кг/м ³	2 000
- масса	кг	1800-3500
Производительность	шт/час	42...48
Масса	кг	670 000
Габариты прессы	мм	
- длина	мм	19450
- общая высота	мм	15810
- высота при опущенном коробе	мм	2970
- высота на уровне пола при поднятом коробе	мм	6760
- ширина	мм	15810

Общий вид модели пресса БА-1642 изображен на чертеже 15.03.04.2017.106.02.00 ГЧ.

Работа пресса включает в себя 6 операций:

- опрокидывание короба;
- закрытие крышки;
- поперечное прессование;
- продольное прессование;
- открытие затвора;
- выталкивание пакета.

В начале работы все механизмы должны находиться в исходном положении.

- крышка открыта;
- поперечное прессование отведено;
- продольное прессование отведено;
- затвор закрыт.

Насос главного привода становится под нагрузку. Короб идет вверх, и скрап сваливается в камеру прессования. После чего насос охлаждается (разгружается). Короб под собственным весом опускается вниз.

Закрытие крышки происходит на 4 насосах (2 агрегата). По мере нарастания давления в цилиндре крышки, охлаждаются насосы нечетной группы, крышка продолжает движение медленнее до датчика торможения, который охлаждает один насос четной группы. Крышка заканчивает движение на одном насосе.

Поперечное прессование происходит на 2 насосных агрегатах. Главные насосы становятся под нагрузку. Давление подается в цилиндры поперечного прессования, крышки и затвора. При увеличении давления в силовой камере главные насосы нечетной группы охлаждаются. Прессование пакета продолжается на 2-х насосах четной группы до окончания операции.

Продольное прессование происходит на 2 насосных агрегатах. Главные насосы в 2-х агрегатах встают под нагрузку. Давление подается в цилиндры крышки, поперечного, продольного прессования и затвора. Идет прессование длины пакета. При увеличении давления в процессе прессования отключаются насосы нечетной группы. Прессование продолжается на 2-х насосах. Конец прессования пакета контролируется длиной пакета или плотностью.

Затвор открывается на одном насосе. Затем происходит выталкивание пакета, и все механизмы возвращаются в исходное положение. Ступень продольного прессования возвращается в исходное положение раньше, чем ступень поперечного прессования. Далее открывается крышка, и гидросистема разгружается от высокого давления.

Вывод по разделу два: в данной главе рассмотрено описание технологического процесса копрового цеха, пресса БА-1642, его роль в технологическом процессе и технические характеристики.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

3 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

В настоящее время для управления прессом БА-1642 используются модули матричной логики серии «М» на базе ИМС серии К511 и на данный момент являются морально устаревшими и физически изношенными, что в свою очередь приводит к отказам и длительным простоям.

Как показала многолетняя практика эксплуатации, количество простоя оборудования связанного с ремонтом системы автоматики составляет 3% работы пресса в месяц. В связи с этим в целях снижения времени простоя, затрат на обслуживание, было принято решение о разработке новой системы управления основанной на применении промышленного контроллера.

3.1 Требования к новой системе управления

Требования к новой системе управления разрабатываются на основании ГОСТ 34.602-89 Техническое задание на создание автоматизированной системы.

3.1.1 Требования к структуре и функционированию

Система создается на базе программируемого контроллера.

Должны быть предусмотрены три режима управления механизмами:

- полуавтоматический;
- ручной, для управления в аварийных ситуациях;
- наладочный, для наладочных работ.

Режимы управления реализуются через контроллер.

Режим функционирования непрерывный, с проведением регламентных работ в период ремонта пресса. Профилактические работы выполняются по графику в соответствии с инструкциями по эксплуатации компонентов.

Система должна позволять поэтапное наращивание и расширение выполняемых функций, а также модернизацию его отдельных элементов, сохранять функции управления при изменении размеров брикета в пределах возможностей технологического оборудования.

Допустимые пределы модернизации системы не устанавливаются и определяются развитием технологии, способов и математических методов управления, а также технических средств системы.

Срок службы системы должен составлять не менее 10 лет.

3.1.2 Требования к надежности

В качестве комплексного показателя надежности, учитывающего безотказность и ремонтпригодность системы, используется коэффициент готовности, определяющий вероятность работоспособности в любой произвольно выбранный момент времени в соответствии с режимом работы пресса.

Коэффициент готовности в целом должен быть не ниже 0,95. Коэффициент готовности отдельных элементов, входящих в состав системы управления, с

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

учетом выполнения требований к эксплуатации, должны быть не менее 0,98.

3.1.3 Требования безопасности

При проектировании должны быть предусмотрены меры по обеспечению безопасности при монтаже, эксплуатации, обслуживании и ремонте технических средств, в соответствии с действующими нормативными документами и требованиями, приведенными в инструкциях по эксплуатации на отдельные элементы системы.

Все элементы технических средств, находящиеся под напряжением, должны иметь защиту от случайного прикосновения персонала к токоведущим частям.

Все технические средства должны иметь защитное заземление согласно ПУЭ.

Климатические условия, уровень шумов и вибрации, содержание пыли и вредных примесей в помещениях должны соответствовать требованиям технических условий на размещаемое в помещениях оборудование. Микропроцессорная техника должна быть защищена от воздействия электромагнитных помех, возникающих при работе пресса.

3.1.4 Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов

Площади помещений должны быть достаточными для размещения в них необходимого оборудования комплекса технических средств с учетом зоны обслуживания устройств.

Система управления должна функционировать в режиме непрерывного действия с остановками на техническое обслуживание комплекса технических средств в период остановки пресса на ремонт. Профилактические работы на технических средствах, должны проводиться в порядке и с периодичностью, указанных в инструкциях по эксплуатации на компоненты. Условия хранения технических средств должны соответствовать требованиям, указанным в документации на изделия.

3.1.5 Требования по защите от влияния внешних воздействий

Контроллеры должны размещаться в металлических шкафах (не ниже IP54-установка внутри помещения, и не ниже IP65-установка на рабочей площадке) для защиты от электромагнитных воздействий, вызываемых работой пресса.

Для защиты цепей связи дискретных сигналов и линий вычислительных сетей от электромагнитных помех, эти линии должны прокладываться в экранированных кабелях. Экраны кабеля должны заземляться в одной точке, как правило, у потребителя информации. Все контрольные кабели должны быть проложены отдельно и удалены от линий силовых электропроводок.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

3.1.6 Требования по стандартизации и унификации

В системе должны быть использованы стандартные изделия, приборы и средства вычислительной техники.

Все применяемые устройства должны быть совместимы по уровню электрических сигналов.

Средства вычислительной техники должны быть программно совместимы, иметь выходы для работы по вычислительным сетям со стандартными интерфейсами.

Элементы системы должны обеспечивать замену их аналогичными элементами без переделки последних.

3.1.7 Требования к функциям, выполняемым системой управления

Функции сбора и первичной обработки информации должны включать следующие задачи:

- ввод, и первичная обработка входных сигналов;
- контроль выхода значений параметров за допустимые технологические границы;
- контроль состояния оборудования по сигналам позиционных датчиков.

Функции управления и регулирования должны включать задачи:

- формирование и выдача управляющих воздействий;
- контроль исполнения управляющих воздействий по изменению положения механизмов или значений контролируемых параметров;
- прием сигналов с датчиков положения механизмов;
- прием сигналов от органов ручного управления механизмами;
- индикация положения механизмов;
- управления механизмами в наладочном режиме.

3.1.8 Требования к техническому обеспечению

В качестве средств вычислительной техники должен быть применен микропроцессорный комплекс.

Комплекс технических средств должен обеспечивать надежное функционирование системы при управлении технологическим процессом.

Для получения первичной входной информации должны быть использованы датчики, измерительные и нормирующие преобразователи с унифицированными характеристиками.

Комплекс технических средств должен отвечать следующим критериям:

- а) обеспечение минимального времени на обслуживание;
- б) наглядность и простота пользования средствами отображения, сигнализации и дистанционного управления;
- в) высокая автоматизация процессов запуска, остановки и сервисного обслуживания.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

3.2 Состав и структура системы управления

Для управления прессом разработана новая система управления, структурная схема которой представлена на чертеже 15.03.04.2017.106.03.00 Э1.

Оборудование:

- ПЛК (дополнительные модули входных/выходных сигналов);
- программатор;
- центральный пульт управления (панель оператора);
- пульт управления местный;
- датчики;
- блоки реле.

ПЛК предназначен для построения системы автоматизации, он осуществляет опрос датчиков, выполнение программы в соответствии с алгоритмом управления, подачу управляющих сигналов на различные исполнительные механизмы.

В зависимости от количества входных и выходных сигналов, необходимых для построения системы автоматизации, ПЛК может дополняться дополнительными модулями этих сигналов.

Программатор необходим для записи программы в ПЛК. Связь осуществляется по протоколу RS-232.

Центральный пульт управления предназначен для управления технологическим процессом. Представляет собой наборы переключателей, кнопок, ламп индикаций и операторской панели, которая выполняет функции человеко-машинного интерфейса.

Пульт управления местный предназначен для управления технологическим процессом работы пресса в наладочном режиме, расположен возле пресса для визуального контроля выполнения операций. Используется в основном только для наладки и в аварийных ситуациях.

Датчики предназначены для контроля технологического процесса, определяя положение механизмов пресса.

Блоки реле предназначены для запуска исполнительных механизмов.

3.3 Входные и выходные сигналы

Описание входных, выходных сигналов представлены в таблицах 3.1 и 3.2

Таблица 3.1 – Входные сигналы

Адрес контроллера	Входной сигнал	Значение		Состояние	
				0	1
X0	SA5.1	Прессование макетов	По плотности	откл.	вкл.
X1	SA5.2		По плотности, длине	откл.	вкл.
X2	SA6.1	Выбор режима	Наладка	откл.	вкл.
X3	SA6.2		Ручная	откл.	вкл.
X4	SA6.3		Полуавтомат	откл.	вкл.
X5	SB47	Короб вверх		откл.	вкл.

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ

Продолжение таблицы 3.1

X6	SB48	Закрытие крышки		ОТКЛ.	ВКЛ.
X7	SB49	Поперечное прессование		ОТКЛ.	ВКЛ.
X10	SB50	Продольное прессование		ОТКЛ.	ВКЛ.
X11	SB51	Открытие затвора		ОТКЛ.	ВКЛ.
X12	SB52	Выталкивание пакета		ОТКЛ.	ВКЛ.
X13	SB53	Отвод продольного прессования		ОТКЛ.	ВКЛ.
X14	SB54	Закрытие затвора		ОТКЛ.	ВКЛ.
X15	SB55	Отвод поперечного прессования		ОТКЛ.	ВКЛ.
X16	SB56	Открытие крышки		ОТКЛ.	ВКЛ.
X17	SB58	Общий развод механизмов		ОТКЛ.	ВКЛ.
X20	SB59	Смазка пресс-камеры		ОТКЛ.	ВКЛ.
X21	SB60	Стоп операции		ОТКЛ.	ВКЛ.
X22	SP1max	Работа механизмов на 2 насосах		ОТКЛ.	ВКЛ.
X23	SP1min	Работа механизмов на 4 насосах		ОТКЛ.	ВКЛ.
X100	SP2max	Закончено прессование пакета по плотности		ОТКЛ.	ВКЛ.
X101	SP2min	Прессование пакета по плотности		ОТКЛ.	ВКЛ.
X102	SP3max	Закончен форсированный ход механизмов пресса		ОТКЛ.	ВКЛ.
X103	SP3min	Форсированный ход механизмов		ОТКЛ.	ВКЛ.
X104	SB91	Насосные агрегаты	№1	ОТКЛ.	ВКЛ.
X105	SB92		№2	ОТКЛ.	ВКЛ.
X106	SB93		№3	ОТКЛ.	ВКЛ.
X107	SQ2	Короб вверх		ОТКЛ.	ВКЛ.
X110	SQ3	Крышка открыта		ВКЛ.	ОТКЛ.
X111	SQ4	Торможение при закрытии крышки		ВКЛ.	ОТКЛ.
X112	SQ5	Крышка закрыта		ВКЛ.	ОТКЛ.
X113	SQ6	Поперечное прессование отведено		ВКЛ.	ОТКЛ.
X114	SQ7	Торможение поперечного прессования (обратный ход)		ВКЛ.	ОТКЛ.
X115	SQ8	Поперечное прессование закончено		ВКЛ.	ОТКЛ.
X116	SQ9	Продольное прессование отведено		ВКЛ.	ОТКЛ.
X117	SQ10	Торможение продольного прессования (обратный ход)		ВКЛ.	ОТКЛ.
X120	SQ11	Прессование по длине закончено		ВКЛ.	ОТКЛ.
X121	SQ12	Выталкиватель отведен		ВКЛ.	ОТКЛ.
X122	SQ13	Пакет вытолкнут		ВКЛ.	ОТКЛ.
X123	SQ14	Затвор закрыт		ВКЛ.	ОТКЛ.
X124	SQ15	Затвор открыт		ВКЛ.	ОТКЛ.
X125	SQ16	Торможение при открытии крышки		ВКЛ.	ОТКЛ.

Таблица 3.2 – Выходные сигналы

Адрес контроллера	Входной сигнал	Значение		Состояние	
				0	1
Y1	YA11	Включение электромагнитов гидропереключателей насосов	№1	откл.	вкл.
Y2	YA12		№2	откл.	вкл.
Y3	YA13		№3	откл.	вкл.
Y4	YA14		№4	откл.	вкл.
Y5	YA15		№5	откл.	вкл.
Y6	YA16		№6	откл.	вкл.
Y7	YA17	Разгрузка системы		откл.	вкл.
Y10	YA2	Короб вверх		откл.	вкл.
Y11	YA4A	Закрытие крышки		откл.	вкл.
Y12	YA5	Поперечное прессование		откл.	вкл.
Y13	YA10A	Продольное прессование		откл.	вкл.
Y14	YA7	Открытие затвора		откл.	вкл.
Y15	YA9A	Отвод продольного прессования		откл.	вкл.
Y16	YA8	Закрытие затвора		откл.	вкл.
Y17	YA6	Отвод поперечного прессования		откл.	вкл.
Y100	YA3A	Открытие крышки		откл.	вкл.
Y101	YA18	Сливной клапан поперечного прессования		откл.	вкл.
Y102	YA19	Сливной клапан продольного прессования		откл.	вкл.
Y103	YA3	Сливной клапан штоковой полости крышки		откл.	вкл.
Y104	YA4	Напорный клапан поршневой полости крышки		откл.	вкл.
Y105	YA5A	Напорный клапан обратного хода поперечного прессования		откл.	вкл.
Y106	YA6A	Сливной клапан обратного хода поперечного прессования		откл.	вкл.
Y107	YA9	Сливной клапан обратного хода продольного прессования		откл.	вкл.
Y110	YA10	Напорный клапан обратного хода продольного прессования		откл.	вкл.
Y111	HL22	Цикл разрешен		откл.	вкл.
Y112	HL23	Крышка закрыта		откл.	вкл.
Y113	HL24	Поперечное прессование закончено		откл.	вкл.
Y114	HL25	Продольное прессование закончено		откл.	вкл.
Y115	HL26	Затвор открыт		откл.	вкл.
Y116	HL27	Пакет вытолкнут		откл.	вкл.
Y117	HL28	Продольное прессование отведено		откл.	вкл.
Y120	HL29	Затвор закрыт		откл.	вкл.

Продолжение таблицы 3.2

Y121	HL30	Поперечное прессование отведено	откл.	вкл.
Y122	HL31	Крышка открыта	откл.	вкл.
Y123	HL32	Короб вверх	откл.	вкл.
Y124	HL33	Механизмы разведены	откл.	вкл.
Y125	HL1	Модули зафиксированы	откл.	вкл.
Y126	HL2	Готовность системы автоматики	откл.	вкл.

3.4 Режимы работы

Режимы работы прессы:

а) Полуавтоматический режим

Переключатель SA6 «Выбор режима» поставить в положение SA6.3 «Полуавтомат».

Операция 1. Опрокидывание короба.

Для выполнения операции 1 все механизмы должны находиться в исходном положении.

Крышка открыта – датчик SQ3 отключен.

Поперечное прессование отведено – датчик SQ6 отключен.

Продольное прессование отведено – датчик SQ9 отключен.

Затвор закрыт – датчик SQ14 отключен.

Лампа HL22 сигнализирует – «Цикл разрешен». Если не горит HL22 то необходимо в ручном режиме развести механизмы в исходное положение. Управление производится кнопками с пульта управления, работает сигнализация соответствующая положению механизмов.

Нажать SB47, происходит включение электромагнитов YA2, YA17 и функций T1, T2. T1 с выдержкой времени в 1 секунду включает YA12. Электромагнит гидропереключателя включается. Насос главного привода становится под нагрузку. Короб идет вверх и скрап сваливается в камеру прессования. Отпустить SB47. От SB47 отключаются T1, T2. От T1 отключается YA12, основной насос главного привода охлаждается (разгружается), а также отключается YA17 (его работа аналогична во всех операциях). С выдержкой времени T2 отключается YA2. Короб под собственным весом опускается вниз.

Операция 2. Закрытие крышки.

Нажать SB48. Включаются YA4A, YA3, YA4 и функции T1, T2. T1 с выдержкой времени включает Y7, и электромагниты YA12, YA14 гидропереключателей насосов четной группы; Y7 – включает электромагниты YA11, YA13 гидропереключателей насосов нечетной группы. Насосы становятся под нагрузку. Идет закрытие крышки на 2-х агрегатах. По мере нарастания давления в цилиндре крышки до SP1max (160 кгс/см²), посредством функций Y3, Y7, охлаждаются насосы нечетной группы, крышка продолжает движение более плавно до датчика SQ4. SQ4 включает функцию Y5, которая охлаждает один насос четной группы. Крышка заканчивает движение на одном насосе до датчика SQ5. SQ5 отключает T1, T2, YA4A, YA12, включает HL23 «Крышка

										Лист
										19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ

закрыта». С операции закрытия крышки начинается автоматическое включение следующей операции.

Операция 3. Поперечное прессование.

По команде датчика SQ5 начинает движение механизм поперечного прессования. SQ5 включает электромагниты YA4A, YA5, YA5A. YA5 включает функцию T1. T1 с выдержкой времени включает YA12, YA14, YA17 и функцию Y7. Y7 включает электромагниты YA11, YA13. Главные насосы становятся под нагрузку. Давление подается в цилиндры поперечного прессования, крышки и затворы. Прессование пакета идет на 2-х агрегатах. В процессе прессования давление в силовой системе повышается, срабатывает SP1 и посредством функции Y3, Y7 охлаждаются главные насосы нечетной группы – отключаются электромагниты YA11, YA13. Прессование пакета продолжается на 2-х насосах четной группы 2 и 4 до SP3 или SQ8. SP3 переключает электромагниты YA5A и YA6A. Степень поперечного прессования заканчивает движение. SQ8 посредством функций T1 и T2 отключает электромагниты YA12, YA14, YA5, YA5A, YA6A, YA17 и включает HL24 «Поперечное прессование закончено».

Операция 4. Продольное прессование.

От команды SQ8 начинается операция продольного прессования. SQ8 включает YA10A и функцию T1. YA10A включает YA4A, YA5, YA9, YA10. Функция T1 включает YA12, YA14, YA17, Y7. Y7 включает YA11, YA13. Главные насосы в 2-х агрегатах встают под нагрузку. Давление подается в цилиндры крышки, поперечного, продольного прессования и затвора (YA8 стоит на памяти). Идет прессование длины пакета. В процессе прессования включается SP1, настроенный на 160 кгс/см². SP1 отключает Y3 и Y7. Y7 отключает YA11, YA13. Прессование продолжается на 2-х насосах четной группы 2 и 4 агрегатов 1 и 2.

Конец прессования пакета контролируется датчиком SQ11 (прессование по длине) или эл. контактным манометром SP2 (прессование по плотности). Выбор контроля прессования осуществляется SA5, расположенном на пульте управления. По команде от SQ11 или SP2 отключаются электромагниты YA12, YA14, YA17, YA10A посредством функции KT1, KT2. Прессование пакета закончено. Цилиндры крышки, поперечного и продольного прессования разгружаются от давления, освобождая тем самым пакет. Операция «Открытие затвора» подготовлена.

Операция 5. Открытие затвора.

Функция T3 включает электромагниты YA7, YA12, YA17. Затвор открывается на одном насосе 2. Открытие затвора происходит до SQ15. SQ15 отключает электромагниты YA12, YA7, YA17, включает лампу HL26 «Затвор открыт», разрешает операцию «Выталкивание пакета».

Операция 6. Выталкивание пакета.

SQ15 включает YA10A, который ставит под нагрузку насосы четной группы 2 и 4. Функция Y7 включает насосы нечетной группы. Выталкивание пакета происходит на 4-х насосах до SQ13. SQ13 включает лампу HL6 «Пакет вытолкнут» и Y9. Функция Y9 разрешает общий возврат механизмов в исходное положение.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Функции КТ1, Y7 ставят под нагрузку насосы четной и нечетной группы. Механизмы поперечного и продольного прессования возвращаются в исходное положение на 2-х агрегатах. При отводе выталкивателя из зоны затвора: SQ11, Y8 и YA8 разрешают затвору закрыться. Затвор остается закрытым до функции Т3. При подходе выталкивателя к ступени продольного прессования отключается проходной SQ12, функции Y5, Y7 отключают электромагниты YA11, YA13, YA14. Насосы 1, 3, 4 разгружаются. Выталкиватель тормозится и вновь становится под нагрузку при сходе с SQ12. YA11, YA13, YA14 включаются от SQ12. Ступень продольного прессования возвращается в исходное положение раньше, чем ступень поперечного прессования (по настройке гидроаппаратуры). В конце обратного хода ступени продольного прессования SQ10 отключаются и функции Y5, Y7 разгружают насосы 1, 3, 4. Дальнейший возврат механизмов совершается на одном насосе 2 до SQ9. Конец хода обратного продольного прессования контролируется SQ9. Горит лампа HL28 «Продольное прессование отведено». Ступень поперечного прессования совершает обратный ход на двух насосах до SQ7. SQ7 и Y5 охлаждают насос 4. Происходит торможение ступени поперечного прессования. SQ7 включает YA3A и крышка начинает совершать обратный ход. Ступень поперечного прессования завершает свое движение до SQ6. SQ6 включает лампу HL30 «Поперечное прессование отведено» и отключает YA6.

Открытие крышки контролируется SQ3 - отключает функции Т1 и Y9.

КТ1 отключает электромагниты YA12, YA17. Гидросистема разгружается от высокого давления. Функция Y9 отключает YA3A. Цикл закончен. С открытием крышки (SQ3) загорается лампа HL22 «Цикл разрешен». Новый цикл повторяется в той же последовательности, которая описана выше. Загружают пресс-камеру металлоломом, закрывают крышку. С закрытием крышки начинается новый цикл в полуавтоматическом режиме.

Электромагниты золотников YA3, YA4, YA5A, YA6A, YA9, YA10 предназначены для ускоренных рабочих ходов механизмов: крышки продольного и поперечного прессования.

б) Ручной режим работы.

Для работы пресса в ручном режиме необходимо переключатель SA6 перевести в положение «Ручной». Управление механизмами пресса по операциям производится от кнопок SB47 ... SB56, расположенных на пульте управления прессом.

Последовательность работы пресса в ручном режиме соответствует работе пресса в режиме «Полуавтомат». Начало операции задается кнопкой SB, соответствующей этой операции. Операция выполняется автоматически до SQ, ограничивающего движение механизма, или реле давления SP, от включения или выключения которых происходит остановка операции. Операцию можно остановить кнопкой SB60 «Стоп операции». Для продолжения операции необходимо повторно нажимать SB47...SB56, соответствующую данной операции.

в) Наладочный режим.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Переключатель SA6 перевести в положение «Наладка». Этот режим используется при опробовании и настройке механизмов пресса. Управление механизмами ведется теми же кнопками, что и в ручном режиме. Механизм в данном режиме движется до тех пор, пока нажата кнопка выбранного механизма. В режиме «Наладка» работают конечные выключатели, ограничивающие ход механизмов, сигнализация и блокировки, исключающие поломку механизмов [2].

3.5 Алгоритм работы

Алгоритм управления процессом:

Перед началом работы осуществляется выбор прессования макетов (блок 2), насосных агрегатов (блок 3) и режима прессования (блок 4).

При выборе ручного режима (блок 5 - нет), оператор в зависимости от нажатой кнопки может выбрать одну из операций (блок 18):

- кнопка SB47 – опрокидывание короба (блок 9);
- кнопка SB48 – закрытие крышки (блок 11);
- кнопка SB49 – поперечное прессование (блок 13);
- кнопка SB50 – продольное прессование (блок 12);
- кнопка SB51 – открытие затвора (блок 14);
- кнопка SB52 – выталкивание пакета (блок 15);
- кнопка SB53 – отвод продольного прессования (блок 26);
- кнопка SB54 – закрытие затвора (блок 28);
- кнопка SB55 – отвод поперечного прессования (блок 30);
- кнопка SB56 – открытие крышки (блок 32);
- кнопка SB58 – общий развод механизмов (блок 16);
- кнопка SB59 – смазка пресс-камеры (блок 35).

Остановить выполнение любой операции можно по нажатию на кнопку SB60 (блок 37) стоп операции.

При выборе автоматического режима (блок 5 - да), определяется состояние датчиков SQ3, SQ6, SQ9, SQ14 (блок 6), если датчики не отключены (об этом оператор узнает по сигнализации соответствующей лампы), то необходимо в ручном режиме развести механизмы в исходное положение. Если датчики отключены – цикл разрешен, то разрешена работа автоматического режима.

Перед началом работы автоматического режима необходимо выполнить операцию опрокидывания короба (блок 9), по нажатию на кнопку SB47 (блок 8). Далее по нажатию на кнопку SB48 (блок 10) выполняется прессование в автоматическом режиме. Последовательно выполняются операции закрытия крышки (блок 11), продольное прессование (блок 12), поперечное прессование (блок 13), открытие затвора (блок 14), выталкивание пакета (блок 15) и завершает цикл операция общего развода механизмов (блок 16).

Прессование окончено (блок 17).

В данном алгоритме ручной режим совмещен с наладочным, т.к. последовательность действий аналогична (см. п. 3.4).

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

3.6 Математическое описание

На основании изложенной информации в пунктах 3.4 и 3.5 данной главы составляется:

Математическое описание представлено в приложении А на рисунках А1-А4.

На рисунке А.1 представлено математическое описание полуавтоматического режима.

На рисунке А.2 представлено математическое описание ручного режима.

На рисунке А.3 представлено математическое описание режима наладки и сигнализации.

Для реализации программного обеспечения необходимо составить объединенные уравнения математического описания, выполняющие функции во всех режимах. Данная задача представлена на рисунке А.4.

Вывод по разделу три: в данной главе проанализирована основная информация необходимая для реализации системы автоматике и разработки программного обеспечения. Разработаны:

- требования к системе управления;
- структурная схема;
- функциональная схема в виде циклограммы;
- математическое описание системы автоматике

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

4 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

4.1 Выбор контроллера

Согласно требованиям изложенным выше, выбран контроллер фирмы Kooyo Electronic Industries - Direct Logic 06 с процессором D0-06DD2 и LCD-панелью D0-06LCD. На рисунке 4.1 представлен внешний вид модуля процессора D0-06DD2.



Рисунок 4.1 - Вид внешний модуля процессора D0-06DD2

Контроллер DL06 разработан, чтобы соответствовать большому количеству применений. Его можно использовать для систем управления 100 каналами ввода/вывода как для дискретных, так и для непрерывных процессов [5].

Контроллер, комбинирующий в себе фиксированное количество точек ввода/вывода (20 входных и 16 выходных сигналов) с 4 дополнительными слотами расширения (дискретные, аналоговые, коммуникационный модули) [5].

Для программирования микроконтроллеров доступны два языка: RLL (Relay Ladder Logic – язык релейной логики) и RLL^{PLUS}. RLL^{PLUS} объединяет стандартный язык релейной логики с возможностями стадийного программирования (StageTM). Оба языка одинаково хорошо поддерживаются как ручным программатором, так и пакетом программирования DirectSoftTM [5].

Возможности контроллера серии DL06

Дискретное управление:

- ввод/вывод переменного и постоянного тока, по схеме источник или потребитель, релейные выходы;
- 12 моделей с питанием от сети переменного и постоянного тока;
- монтаж на панель или DIN-рейку для всех моделей;
- быстросъемные клеммные блоки;
- встроенный высокоскоростной ввод/вывод для простого одноосевого управления движением;

Аналоговое управление:

- 13 дополнительных аналоговых модулей для DL05/06;
- встроенные команды ПИД-регулирования с автонастройкой для всех моделей;
- диапазон аналогового ввода/вывода выбирается переключателем;

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

- быстросъемные клеммные блоки;
- Коммуникационные и специальные возможности:
 - два последовательных коммуникационных порта;
 - встроенный протокол MODBUS RTU ведущий/ведомый для Порта 2 у всех моделей;
 - дополнительные коммуникационные модули с поддержкой протоколов DirectNet и MODBUS RTU, 2 порта;
 - дополнительные коммуникационные модули с поддержкой протоколов Ethernet, DeviceNet, Profibus ;
 - дополнительный модуль высокоскоростного счетчика и импульсного вывода;

DL06 имеет 36 встроенных каналов дискретного входа/выхода (20 входов/16 выходов), четыре слота для установки дополнительных модулей до 24 аналоговых или до 64 дискретных каналов ввода/вывода. Они имеет также встроенный высокоскоростной счетчик, импульсный выход, связь по интерфейсам RS-232/RS-422/RS-485 и протоколам MODBUS RTU ведущий/ведомый или ASCII In/Out, 8 контуров ПИД-регулирования и другие возможности.

4.2 Выбор модулей подключаемых к контроллеру

Количество входных дискретных сигналов контроллера не позволяет реализовать задачу, т.к. количество входов 20, а необходимо 42, поэтому необходимо добавить модули входных дискретных сигналов. Количество слотов отведенных под входные сигналы равно 2 (максимальное количество модулей).

Количество модулей входных дискретных сигналов определим по формуле:

$$M_{in} = \frac{N_{in} - N_{Kin}}{N_{Min}}, \quad (4.1)$$

где N_{in} – количество входных дискретных сигналов используемых в системе управления, шт.;

N_{Kin} - количество входных дискретных сигналов в контроллере, шт.;

N_{Min} - количество входных дискретных сигналов в выбираемом модуле (8, 10, 16), шт.;

$$M_{in8} = \frac{42-20}{8} = 2,75$$

$$M_{in10} = \frac{42-20}{10} = 2,2$$

$$M_{in16} = \frac{42-20}{16} = 1,375$$

Округляем до целого и получаем количество модулей: 3 для 8-канального модуля, 3 для 10-канального модуля, 2 для 16-канального модуля.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Определим запас входных сигналов, для двух 16-канальных модулей, и для комбинации 10-и и 16-канальных модулей, по формуле:

$$N_{\%in} = \frac{(N_{Kin} + N_{SMin}) - N_{in}}{N_{in}} \times 100\% , \quad (4.2)$$

где N_{SMin} – суммарное количество входных дискретных сигналов модулей (для двух 16-канальных моделей принимает значение 32, для 16-и и 10-канальных модулей принимает значение 26), шт.;

$$N_{\%in16} = \frac{(20+32) - 42}{42} \times 100 = 23,8\%$$

$$N_{\%in1610} = \frac{(20+26) - 42}{42} \times 100 = 9,5\%$$

По результатам расчетов выбираем два 16-канальных модуля D0-16ND3, технические характеристики которого представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Технические характеристики модуля D0-16ND3

Параметр	Значение
Число входов в модуле	16 (потребитель/источник)
Диапазон напряжения	=20 – 28В
Рабочий диапазон напряжения	=24В
Максимальное напряжение	=30В
Входной ток	Типично: 4мА при 24В
Макс. потребляемый ток	6мА при 28В
Входное сопротивление	4.7КОм при =24В
Напряжение включения	>19В постоянного тока
Напряжение выключения	<7В постоянного тока
Мин. ток включения	3.5мА
Мин. ток выключения	1.5мА
Время срабатывания ВЫКЛ-ВКЛ	2-8мс , типично 4мс
Время срабатывания ВКЛ-ВЫКЛ	2-8мс , типично 4мс
Срабатывание индикаторов	Модуль в работе: один зеленый LED
Общие	4, неизолированные
Предохранители	Нет
Требуется внешний источник питания постоянного тока	макс. =20-28В, 200мА (все каналы включены)
Потребляемый от каркаса ток	Типично 35мА (все каналы включены)

Количество выходных дискретных сигналов контроллера не позволяет реализовать задачу, т.к. количество выходов 16, а необходимо 38, поэтому необходимо добавить модули выходных дискретных сигналов. Количество

слотов отведенных под выходные сигналы равно 2 (максимальное количество модулей).

Количество модулей выходных дискретных сигналов определим по формуле:

$$M_{out} = \frac{N_{out} - N_{Kout}}{N_{Mout}}, \quad (4.3)$$

где N_{out} – количество входных дискретных сигналов используемых в системе управления, шт.;

N_{Kout} - количество входных дискретных сигналов в контроллере, шт.;

N_{Mout} - количество входных дискретных сигналов в выбираемом модуле (10, 16), шт.;

$$M_{out10} = \frac{38-16}{10} = 2,2$$

$$M_{out16} = \frac{38-16}{16} = 1,375$$

Округляем до целого и получаем количество модулей: 3 для 10-канального модуля, 2 для 16-канального модуля.

Определим запас входных сигналов, для двух 16-канальных модулей, и для комбинации 10-и и 16-канальных модулей, по формуле:

$$N_{\%out} = \frac{(N_{Kout} + N_{SMout}) - N_{out}}{N_{out}} \times 100\%, \quad (4.4)$$

где N_{SM} – суммарное количество входных дискретных сигналов модулей (для двух 16-канальных моделей принимает значение 32, для 16-и и 10-канальных модулей принимает значение 26), шт.;

$$N_{\%out16} = \frac{(16+32) - 38}{38} \times 100 = 26,3\%$$

$$N_{\%out1610} = \frac{(16+26) - 38}{38} \times 100 = 10,5\%$$

По результатам расчетов выбираем два 16-канальных модуля D0-16TD2, технические характеристики которого представлены в таблице 4.2.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Таблица 4.2 - Технические характеристики модуля D0-16TD2

Параметр	Значение
Количество каналов вывода	16 (Источники)
Диапазон рабочего напряжения	12-24 VDC
Диапазон выходного напряжения	10,8-26,4 VDC
Максимальное напряжение	50,0 VDC
Максимальный выходной ток	0,1 А/канал, 0,8 А/общий провод
Минимальный выходной ток	0,5 А
Падение напряжения во включенном состоянии ВКЛ	1,0 VDC при 0,1 А
Максимальный ток утечки	1,5 мкА при 26,4 VDC
Максимальный ток при включении	1 А в течение 10 мс
Время переключения из ОТКЛ в ВКЛ	< 0,5 мс
Время переключения из ВКЛ в ОТКЛ	< 0,5 мс
Индикаторы состояния	Модуль включен: один зеленый светодиод
Клеммы +V и общие клеммы	2 (8 каналов/клемма +V), изолированные, одна общая клемма
Предохранитель	Отсутствует
Потребляемая мощность	Макс. 200 мА при 5 VDC (от источника питания ПЛК), (все каналы в состоянии ВКЛ)
Размеры (мм)	19,8 (Ш) x 76,8(В) x 53,9(Г)
Масса	22 г

После выбора дополнительных модулей необходимо определить потребляемую мощность оборудования.

Для расчета мощности необходимо вычесть мощность, потребляемой основным модулем и мощность, потребляемую дополнительными модулями (таблица 4.3) из мощности встроенного блока питания 36 Вт.

Таблица 4.3 – Расчет мощности

Потребитель	Потребление
D0-06DD2, Вт	14,4
D0-16ND3, Вт	0,84
D0-16ND3, Вт	0,84
D0-16TD2, Вт	4,8
D0-16TD2, Вт	4,8
D0-06LCD, мВт	1,2
Итого	26,88

По результатам расчета таблицы 4.3 видно что потребляемая мощность оборудования меньше мощности встроенного блока питания, следовательно

дополнительный источник питания не требуется.

4.3 Выбор клеммников

Преимущество пружинных клеммных блоков (рисунок 4.2) - удобство соединения: достаточно одного движения обычной отвертки для того, чтобы соединяющий провод надежно вошел в пружинный зажим.

DIN-коннекторы, предлагаемые компанией "ПЛКСистемы", изготавливаются из полиамида 6.6 с очень хорошей электрической, механической и химической защитой. Он имеет верхний температурный предел равный 100°C, и нижний предел температуры - минус 50°C. Винты и зажимы DIN-коннекторов изготовлены из закаленной стали с покрытием из дихромата цинка для защиты от коррозии. Токопроводящая перемычка сделана из сплава меди и покрыта сплавом олова и свинца.

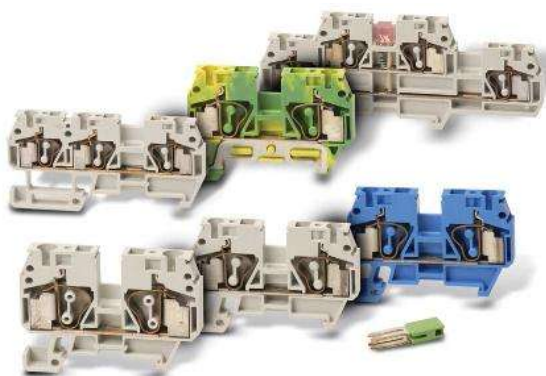


Рисунок 4.2 – Внешний вид пружинных клеммных блоков

4.4 Панель оператора

В настоящее время для визуализации и управления ходом технологического процесса используется центральный пульт управления, выполненный из кнопок и ламп.

В связи с модернизацией системы автоматике, принято решение продублировать центральный пульт управления операторской панелью.

Современные сенсорные операторские панели Weintek отличаются широкой функциональностью, высокой надежностью и демократичной ценой.

Модельный ряд сенсорных панелей оператора Weintek включает в себя как готовые к использованию графические панели оператора с бесплатным программным обеспечением визуализации (серии MT6000 и MT8000)

Операторские панели являются аналогами промышленных компьютеров (т.е. удовлетворяют таким требованиям, как влаго- и пылезащитенность, устойчивость к вибрации и т.п.), монтируются даже в ограниченных в пространстве местах, и управляются небольшими SCADA-системами, цена которых в несколько раз ниже обычных.

Фирма Weintek выпускает широкий спектр операторских панелей (ОП), что

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

позволяет подобрать панель оптимальную как с точки зрения функциональности, так и с точки зрения стоимости. Все панели обладают сертификатами CE/UL/CSA/FM и степенью защиты IP65 (фронтальная часть), что позволяет использовать их при сложных условиях окружающей среды.

Для разрабатываемой системы управления оптимальным выбором стала панель стандартного типа Weintek MT6100i. Выбранная панель представляет собой компромисс между текстовыми и графическими панелями. Внешний вид панели изображен на рисунке 4.3.



Рисунок 4.3 – Внешний вид панели Weintek MT6100i

4.5 Выбор источника питания

Для питания операторской панели напряжением 24 В, требуется мощность 48 Вт постоянного тока. Для питания входных и выходных сигналов напряжением 24В, требуется мощность 46 Вт постоянного тока. Этим требованиям соответствует блок питания RHINO PS24-050D. На рисунке 4.4 представлены размеры блока питания.

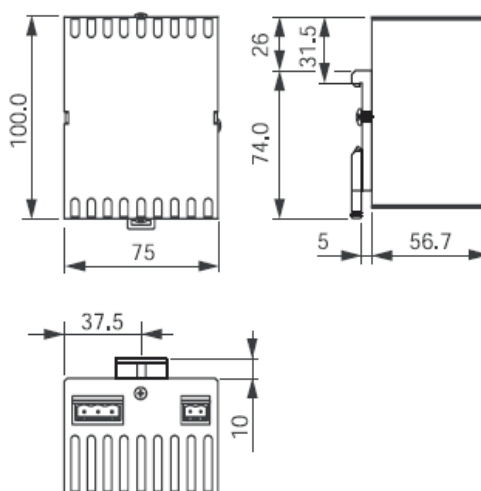


Рисунок 4.4 – Габаритные размеры блока питания PS24-050D

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

4.6 Выбор сетевого фильтра

Для защиты ПЛК, входных и выходных модулей от импульсных помех и шумов необходима установка сетевого фильтра.

Выбор фильтра осуществляется на основании суммы потребляемого тока. Для данных устройств максимальное значение потребляемого тока представлено в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Расчет токов

Потребитель	Количество	Потребление	Итого
Встроенный в каркас контроллера D0-06DD2 блок питания, А	1	1,12	1,12
блок питания RHINO PS24-050D, А	2	0,06	0,012
Максимальный ток для модуля D0-16TD2, А	2	0,9	1,8
Итого, А			2,932

На основании значения выбираем сетевой фильтр APF230L03, внешний вид которого представлен на рисунке 4.5.

Характеристики:

- входное напряжение ~ 230 В, однофазное подключение, 50/60 Гц;
- номинальный ток 3 А;
- режимы защит L-N, L-G, N-G (линия нейтраль, линия земля, нейтраль земля);



Рисунок 4.5 - Внешний вид сетевого фильтра APF230L03

4.7 Выбор автоматических выключателей

На основании выбранного оборудования оформляются схемы подключения, представленные на рисунках 4.6 – 4.7.

Выбор выключателей осуществляется по току для:

- питания контроллера, входных и выходных сигналов – 3 А;
- панели оператора – 2 А.

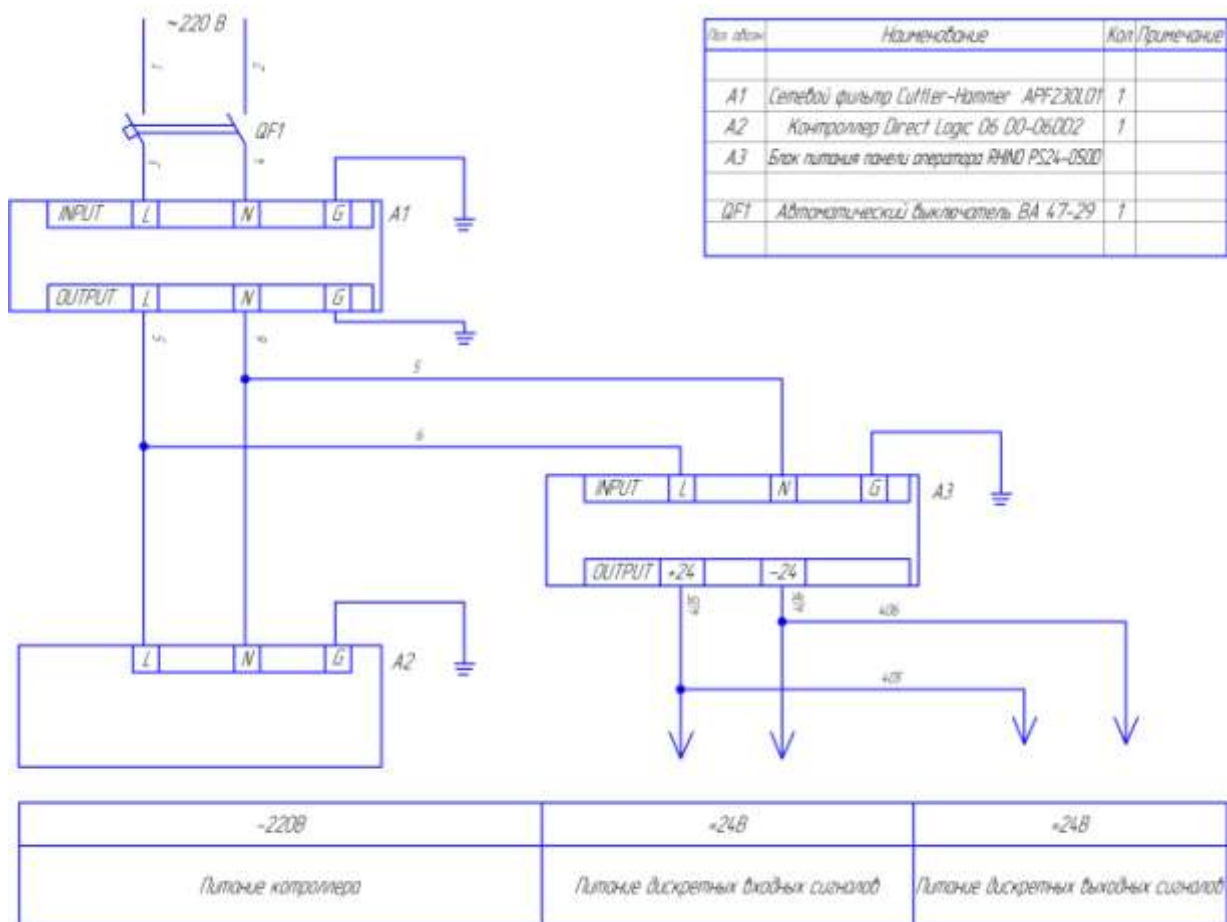


Рисунок 4.6 – Схема электрическая принципиальная подключения питания контроллера, входных и выходных сигналов

Автоматический выключатель QF1 предназначен для защиты контроллера, входных и выходных сигналов.

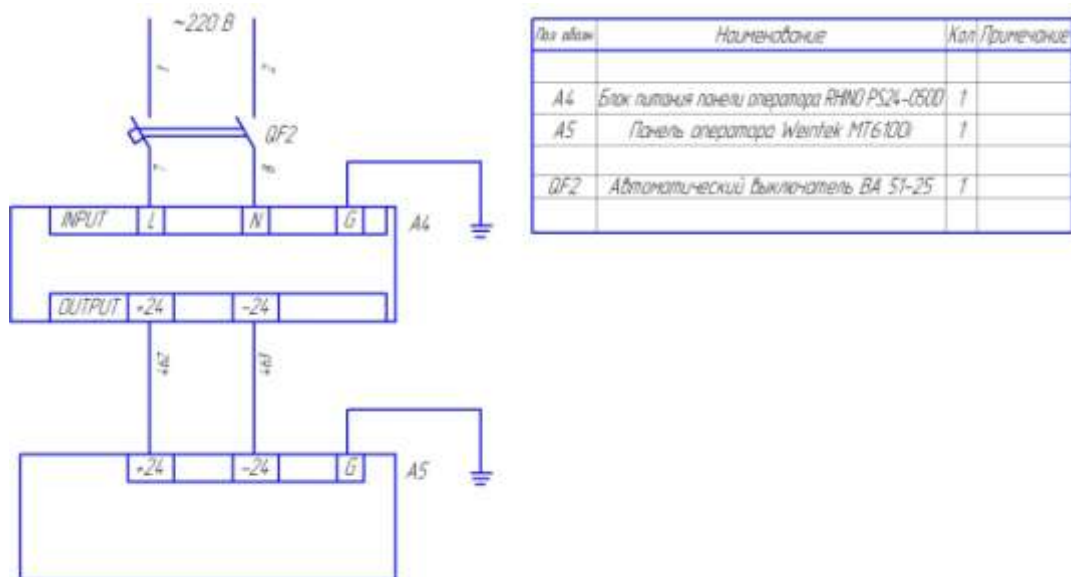


Рисунок 4.7 – Схема электрическая принципиальная подключения питания панели оператора

Автоматический выключатель QF1 предназначен для защиты панели оператора.

Автоматические выключатели QF1 и QF2 выбираем из серии IEK соответственно:

- ВА 47-29;

- ВА 51-25.

Вывод по разделу четыре: в соответствии с требованиями к системе управления, количеством входных/выходных сигналов, выбрано основное оборудование необходимое для реализации системы автоматике.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

5 МОДЕЛИРОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ

При проектировании программных систем высокой сложности и ответственности основным является этап создания функциональной модели. Исследуя модель можно прогнозировать поведение проектируемой программной системы, ее функциональные возможности.

VisSim – программная оболочка для симуляции систем. Имеет частотные, корневые, вариационные, нейронные инструменты оценки качества, устойчивости, синтеза, коррекции, оптимизации, линеаризации, отладки объектов в контуре модели и программирования цифровых сигнальных процессоров.

Запуск программы VisSim можно произвести через меню «Пуск» в Windows. После загрузки на экране появляется окно программы, которое включает в себя основные элементы:

- заголовок окна, в котором указано название программы «VisSim» и название текущей диаграммы. Первоначально никакой диаграммы в VisSim не загружено, поэтому можно видеть чистый лист, название которого по умолчанию – «Diagram1»;

- строка меню, состоящего из пунктов «File», «Edit», «Simulate», «Blocks», «Comm», «Analyze», «View» и «Help»;

- панель инструментов. На это панели расположены кнопки, каждая из которых соответствует какому-либо действию;

- дерево диаграммы, показывающее иерархическую структуру блоков диаграммы;

- окно диаграммы – в этом окне находится текущий лист диаграммы (первоначально он пуст). Линии прокрутки справа и внизу окна диаграммы позволяют перемещать видимую область листа для просмотра больших диаграмм;

- строка состояния – в этой, самой нижней строке экрана, отображается информация о текущем состоянии системы.

Функциональные блоки находятся в меню «Blocks» и представляет собой достаточно большой набор основных элементов автоматики. Каждый из блоков моделирует динамические свойства некоторого соответствующего ему простого объекта. Размещая эти объекты на диаграмме и соединяя их функциональными связями, можно моделировать более сложные системы.

Каждый блок изображается на диаграмме, как правило, в виде прямоугольника, внутри которого схематично изображено его функциональное назначение. С левой стороны блока находятся его входные сигналы (изображены в виде стрелок), с правой выходные. Количество входов и выходов у каждого блока различно и, как правило, неизменно.

При реализации модели математического описания управления прессом, следует реализовать логические уравнения, а также центральный пульт управления со всеми кнопками и лампами сигнализации, т.к. они используются в уравнениях. Для экономии места на экране все функции объединяются в составные блоки.

По причине большого числа объемных функций в записке будет описано

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

только часть из них в качестве примера, для ознакомления с принципами построения модели.

Все функции реализуются согласно таблице указанной в Главе 4, и математическому описанию – рисунок А.4 приложения А.

Согласно вышеизложенного разработана модель математического описания системы управления и автоматики прессы БА-1642, представленная на рисунке 5.1.

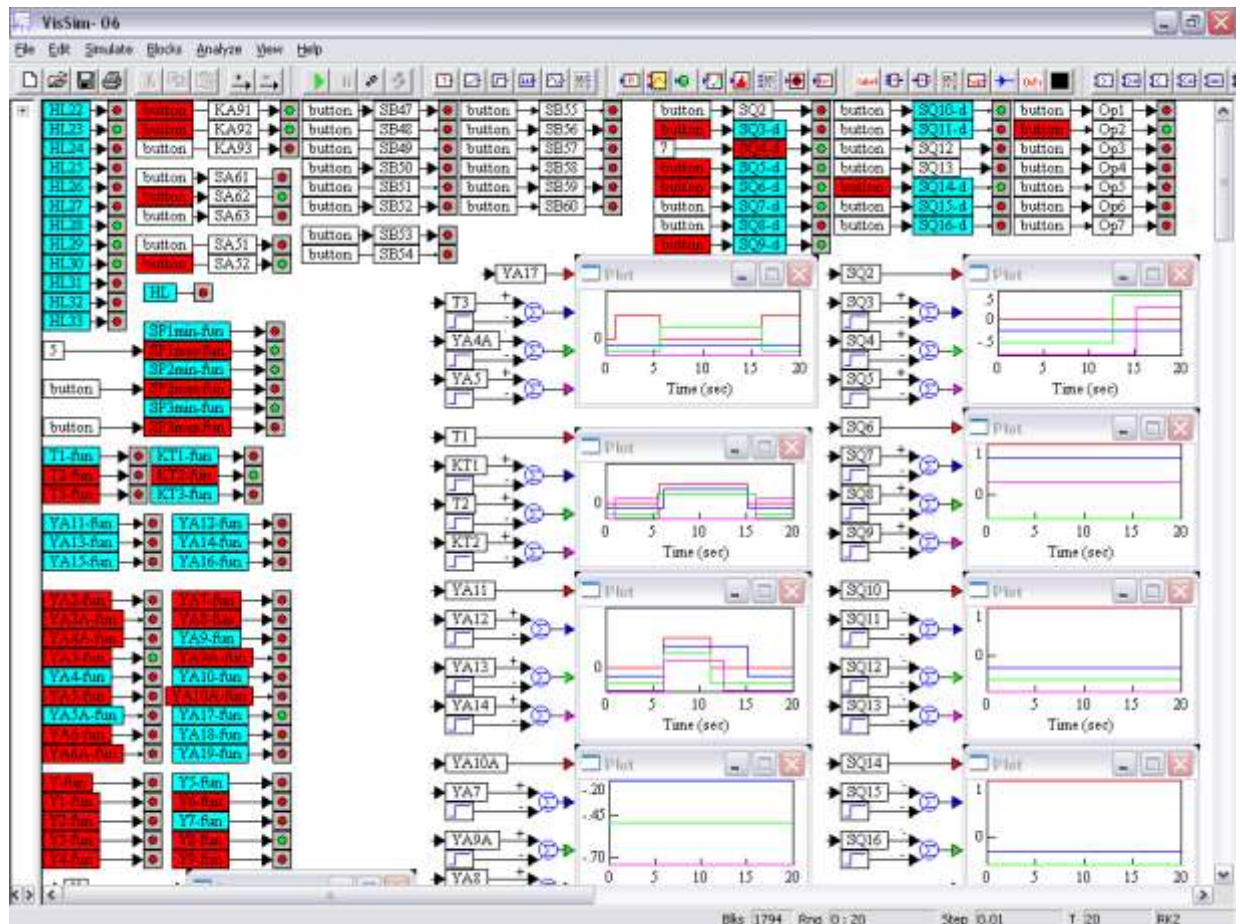


Рисунок 5.1 – Модель системы управления и автоматики прессы БА-1642

Пульт управления в модели реализован таким образом, что включены все кнопки и лампы сигнализации. Исключением является расположение элементов и переключатели, которые выполнены в виде обычных кнопок, т.е. для выбора положения необходимо выбрать нужный режим, а остальные положения отключить. Включенное состояние кнопки выполнено в виде заливки более темного цвета, а также все состояния отображаются в виде ламп сигнализации, но выполненных таким образом, что включенному состоянию соответствует более светлый цвет.

Модель пульта управления представлена на рисунке 5.2, она включает:

- лампы сигнализации;
- выбор режимов (переключатели и кнопки);
- кнопки управления.

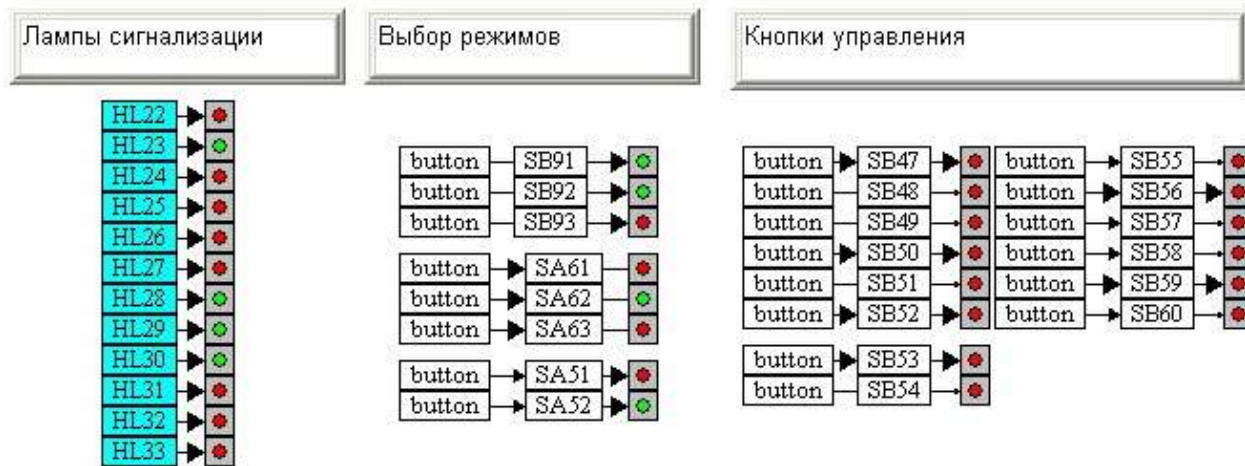


Рисунок 5.2 – Математическая модель пульта управления

Модель датчиков представлена на рисунке 5.3

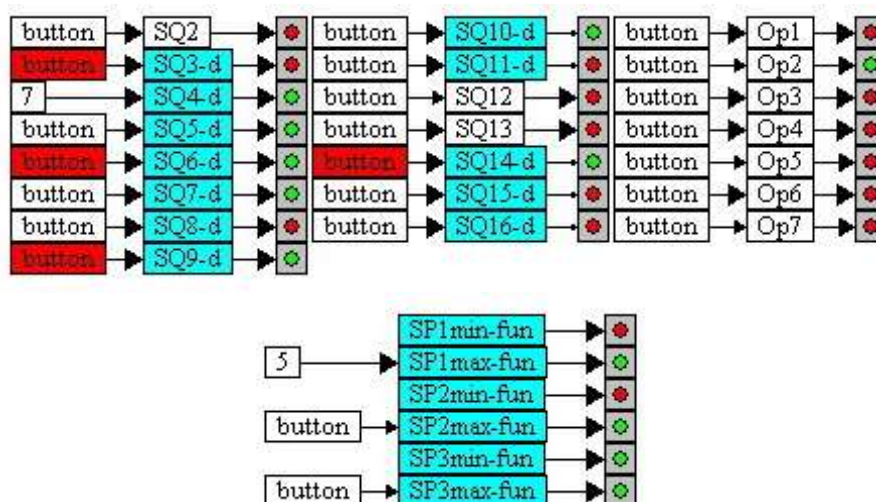


Рисунок 5.3 – Математическая модель датчиков

Согласно описанию, указанному в главе 3 цикл работы пресса состоит из 6 операций, каждой операции соответствует определенное состояние датчиков. Поэтому выполнена дополнительная группа кнопок Op1..Op6, имитирующая соответствующую операцию. Таким образом, часть датчиков выполнена в виде составных блоков, включение которых зависит от определенной операции, а также дополнительно от включения кнопки. Пример реализации составного блока датчика представлен на рисунке 5.4.

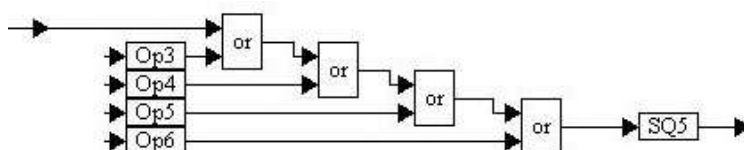


Рисунок 5.4 – Математическая модель датчика «SQ5»

Из рисунков 5.3 и 5.4 видно, что датчик SQ5 включается при нажатии на кнопку, а также при работе 3-6 операции.

Некоторые датчики срабатывают независимо от кнопок, а при срабатывании определенной функции с выдержкой времени, наиболее приближая модель к реальной системе. Пример реализации составного блока такого датчика представлен на рисунке 5.5.

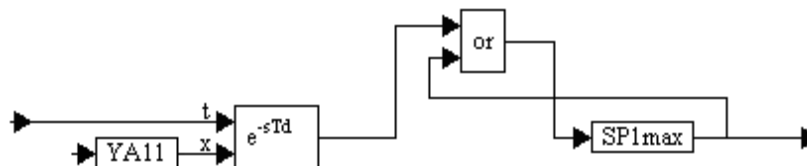


Рисунок 5.5 – Математическая модель датчика «SP1max»

Из рисунков 5.3 и 5.5 видно, что датчик SP1max включается при включении насоса YA11 с выдержкой в 5 секунд, имитируя повышение давления до максимума.

Отсюда можно выделить еще одну группу датчиков, которые не зависят не от кнопок не от таймеров, а только от состояния других датчиков. Пример реализации составного блока такого датчика представлен на рисунке 5.6.

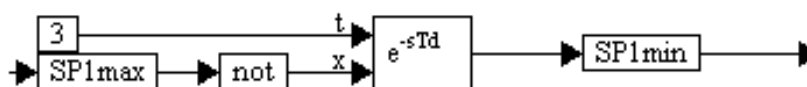


Рисунок 5.6 – Математическая модель датчика «SP1min»

Из рисунков 5.6 видно, что датчик SP1min включается через 3 секунды после отключения датчика SP1max.

Аналогично работе некоторых датчиков выходные сигналы и внутренние переменные выполнены в виде составных блоков.

Пример реализации составного блока функции YA11 (работа насоса 1) представлен на рисунке 5.7.

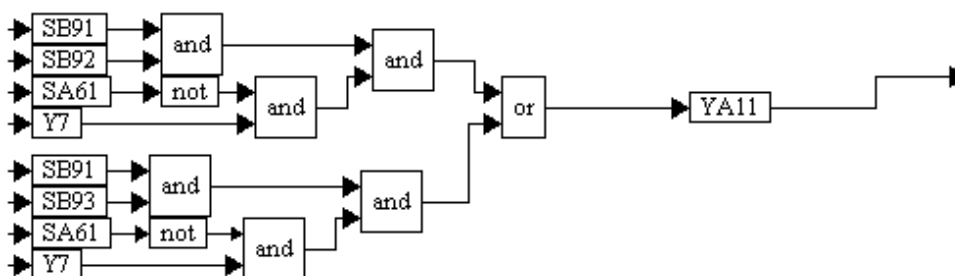


Рисунок 5.7 – Математическая модель функции «YA11»

Моделирование работы выполняется при выборе соответствующей операции, включением соответствующей кнопки OP1..OP6, для активации необходимых датчиков, далее все происходит как в реальной модели. Нажимаем

соответствующую кнопку с пульта управления и операция выполняется. Для определения правильности выполнения выходных сигналов и внутренних переменных подключаем соответствующие сигналы к входу плоттера. В плоттере можно следить за активностью той или иной функции.

Разберем подробно операцию 2 – закрытие крышки, т.к. операция 1 – опрокидывание короба слишком проста для демонстрации. Модель данной операции представлена на рисунке 5.8.

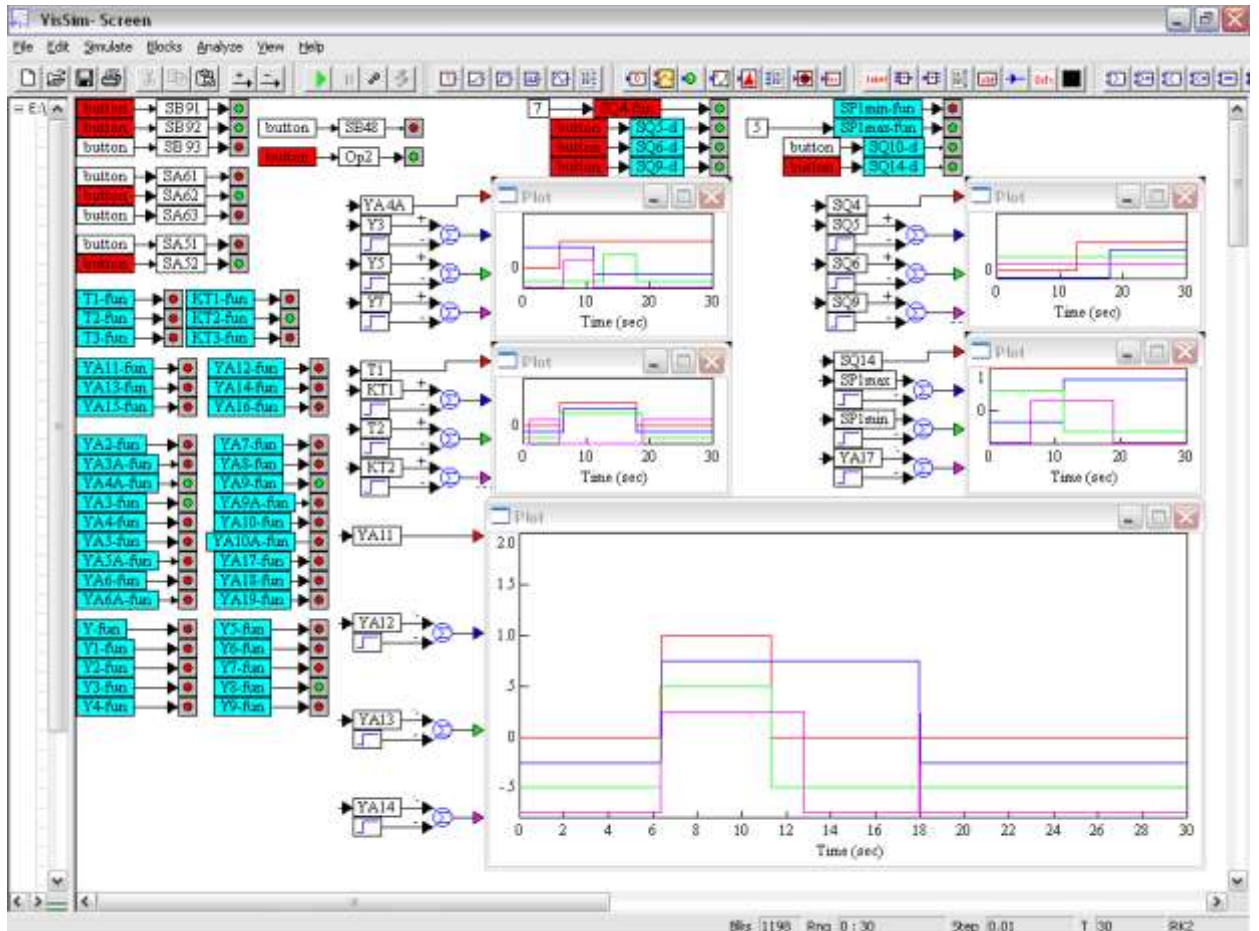


Рисунок 5.8 – Математическая модель операции «Закрытия крышки»

Моделирование работы выполняется при выборе соответствующей операции, т.е. включением соответствующей кнопки Op1..Op6, для активации необходимых датчиков, далее все как в реальной модели. Нажимаем на кнопку SB48.

Изначально давление минимально, поэтому функция Y3 активна (график на рисунке 5.9, помеченным маркером в виде знака умножения). После нажатия на кнопку срабатывает функция YA4 (график на рисунке 5.9, помеченным маркером в виде знака окружности), которая включает таймер T1 (выдержка времени на включение), T2 (выдержка времени на отключение) - графики на рисунке 5.10, помеченные маркерами в виде знака окружности и ромба, соответственно.

Контакт таймера 1 - KT1 (график на рисунке 5.10, помеченным маркером в виде знака умножения) замыкается с выдержкой времени. От KT1 встают под нагрузку насосы YA12, YA14 (графики на рисунке 5.11, помеченные маркерами в

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

виде знака умножения и треугольника, соответственно) и функция Y7 (график на рисунке 5.9, помеченным маркером в виде знака треугольника). Y7 включает насосы YA11, YA13 (графики на рисунке 5.11, помеченные маркерами в виде знака окружности и ромба, соответственно).

В определенный момент срабатывает датчик SP1max (график на рисунке 5.12, помеченным маркером в виде знака умножения), в нашем случае он срабатывает по таймеру, отключая SP1min (график на рисунке 5.12, помеченным маркером в виде знака ромб) и Y7, насосы YA11 и YA13. Закрытие крышки продолжается на двух насосах.

В определенный момент положения крышки срабатывает датчик SQ4 (график на рисунке 5.13, помеченным маркером в виде знака окружности), в нашем случае он срабатывает по таймеру. Датчик включает функцию Y5 (график на рисунке 5.9, помеченным маркером в виде знака ромба), который отключает насос YA14. Закрытие крышки продолжается уже на одном насосе.

Завершение операции имитируем вручную нажатием на кнопку активации датчика SQ5 (график на рисунке 5.13, помеченным маркером в виде знака умножения). Датчик отключает T1, KT1, Y5 и YA12. С выдержкой времени срабатывает контакт таймера KT2 отключая функцию таймера T2. Далее включается разгрузка системы YA17 (график на рисунке 5.12, помеченным маркером в виде знака треугольника). Операция закрытия крышки завершена.

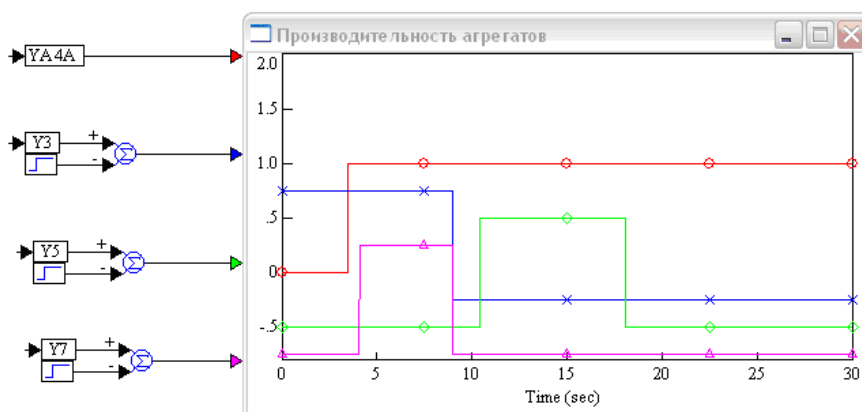


Рисунок 5.9 – Работа функций производительности

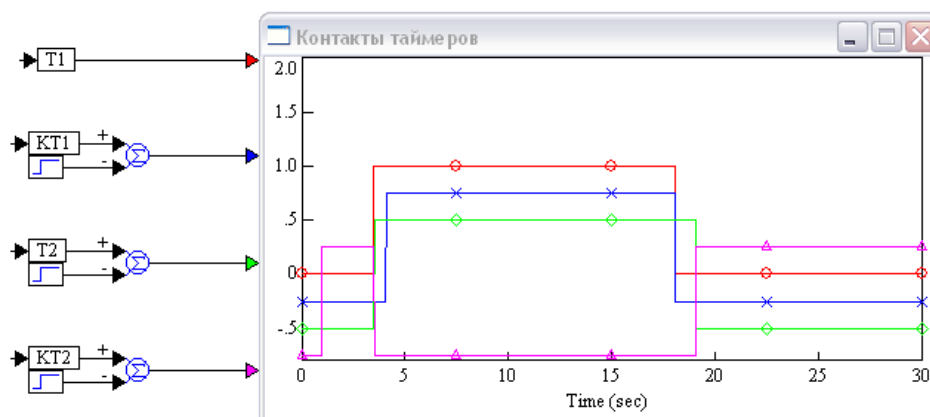


Рисунок 5.10 – Работа функций реле

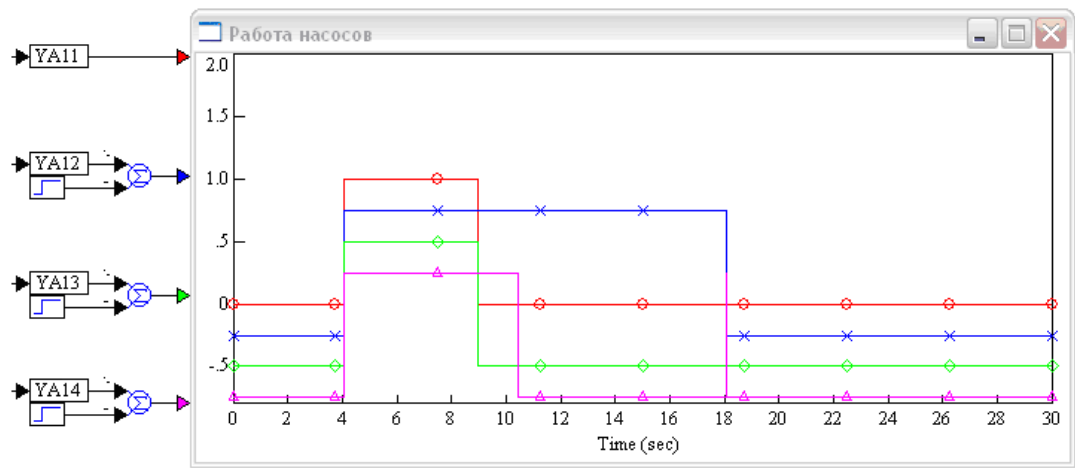


Рисунок 5.11 – Работа функций насосов

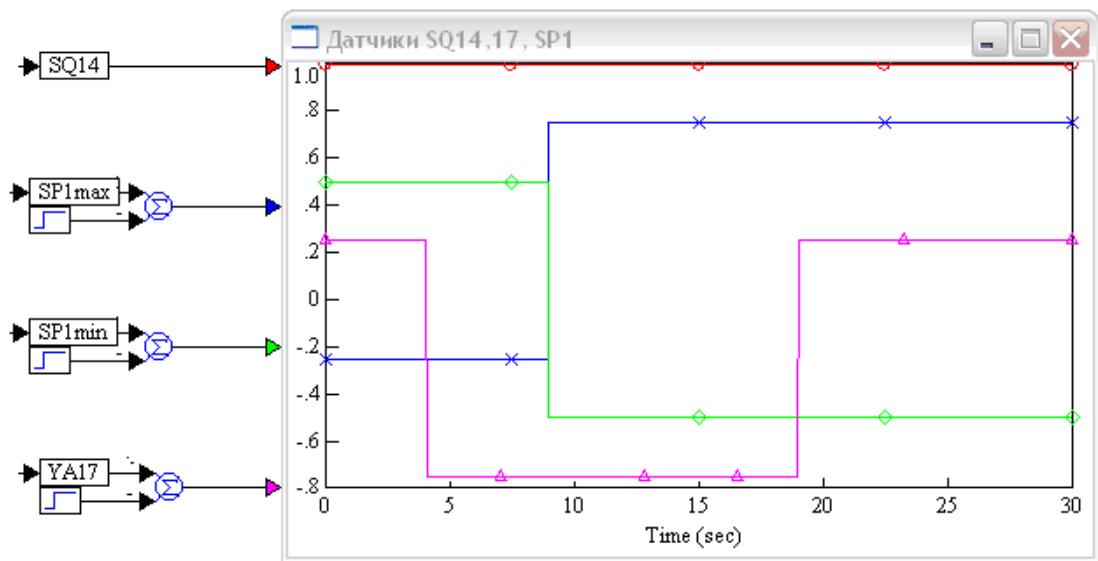


Рисунок 5.12 – Работа функций датчиков давления

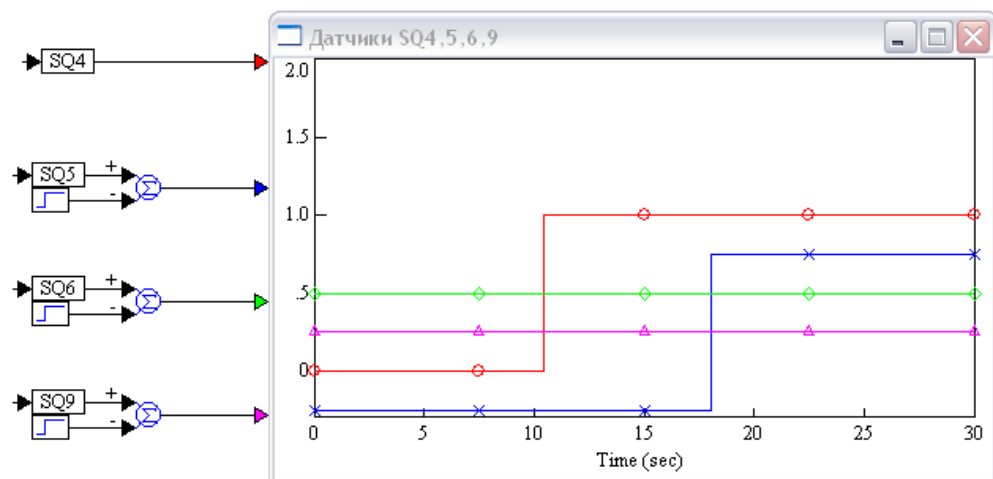


Рисунок 5.13 – Работа функций датчиков положения

Вывод по разделу пять: в данной главе коротко рассмотрено описание пакета «VisSim», т.е. общие сведения, описание основного окна и функциональных блоков.

Описаны принципы, используемые при построении модели управления и работы пресса, а также окно готовой модели.

Модель включает в себя пульт оператора, функции математического описания системы автоматике и имитацию работы датчиков.

Благодаря моделированию удалось выявить ошибки в математическом описании и исправить их до этапа наладки на объекте, что снижает время поиска ошибок в программе, исключает аварийные режимы и связанные с этим дополнительные материальные затраты.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

6 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

После проверки математического описания, путем реализации его модели в программном пакете «VisSim» разработаны программы для ПЛК и панели оператора.

DirectSOFT – графический пакет для программирования ПЛК Direct Logic. Он поддерживает все блочные контроллеры DL05, DL06, DL105, так же как и все процессоры контроллеров DL205 и DL405. Он поддерживает невероятно большое количество возможностей программирования в режимах Online/Offline и написания комментариев к программам [5].

Удобство работы дополняет поддержка многих хорошо известных функций Windows, таких как «вырезать-вставить» между приложениями, редактирование по щелчку мыши, просмотр и редактирование нескольких прикладных программ одновременно, и т. д. [5].

Запуск программы DirectSOFT можно произвести через меню «Пуск» в Windows. После загрузки на экране появляется окно создания нового проекта, которое включает в себя: ввод имени и расположения проекта на диске, выбор семейства ПЛК и его типа.

Если проект уже создан, то необходимо отменить его создания и в основном окне программы открыть проект через основное меню «File-Open Project». После открытия проекта программа открывается в графическом виде релейной логики (Ladder View).

Если при написании программы использовался Язык Стадий –RLL^{PLUS}, то можно использовать – Stage View. Выбор осуществляется в ниспадающем меню в пункте View основного меню. Окно Stage View состоит из двух частей: окна стадий и окна релейной логики Ladder View.

DirectSOFT позволяет редактировать программу в режимах: ON-Line, OFF-Line и Debug(Отладка). Включение режима редактирования может производиться из основного меню: пункт Edit - Edit Mode, при этом Ladder View должно быть активным окном; нажатием на кнопку в правом углу - Edit Mode или Ctrl + E.

При первом запуске программы используется стандартный набор и раскладка открытых окон. Пользователь может полностью перестроить все по своему желанию.

В нижней части окна появится Палитра элементов языка RLL/RLL^{PLUS} (Ladder Palette).

При работе на языке стадий, ввод стадий и редактирование может производиться при активном нижней части окна Stage View. Верхнее окно Stage View заполняется автоматически после окончания ввода и компиляции программы (после нажатия на функциональную клавишу F8, или Edit - Accept).

При создании новой программы, в окне Ladder View находятся Power Rail - шина питания и ряд заготовок цепей (Rungs) заканчивающихся неисполняемыми командами (NOP). Нулевая шина на экране не появляется, она подразумевается.

Цепи пронумерованы и каждой цепи можно написать комментарий при

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

помощи Tools > Comment Editor или просто щелкнуть мышкой на месте комментария в Ladder View.

Цифры у начала цепи могут соответствовать номеру цепи или адресу элементов RLL (Изменении способа адресации производится в меню View > Options).

Ввод элементов языка программы производится установкой курсора в нужном месте, выбором нужного элемента из Палитры и привязки элемента к переменным. Если после привязки элемента сразу нажать клавиши Ctrl+D или выбрать в меню Tools > Document Editor, то этой переменной можно присвоить логическое имя –Nickname.

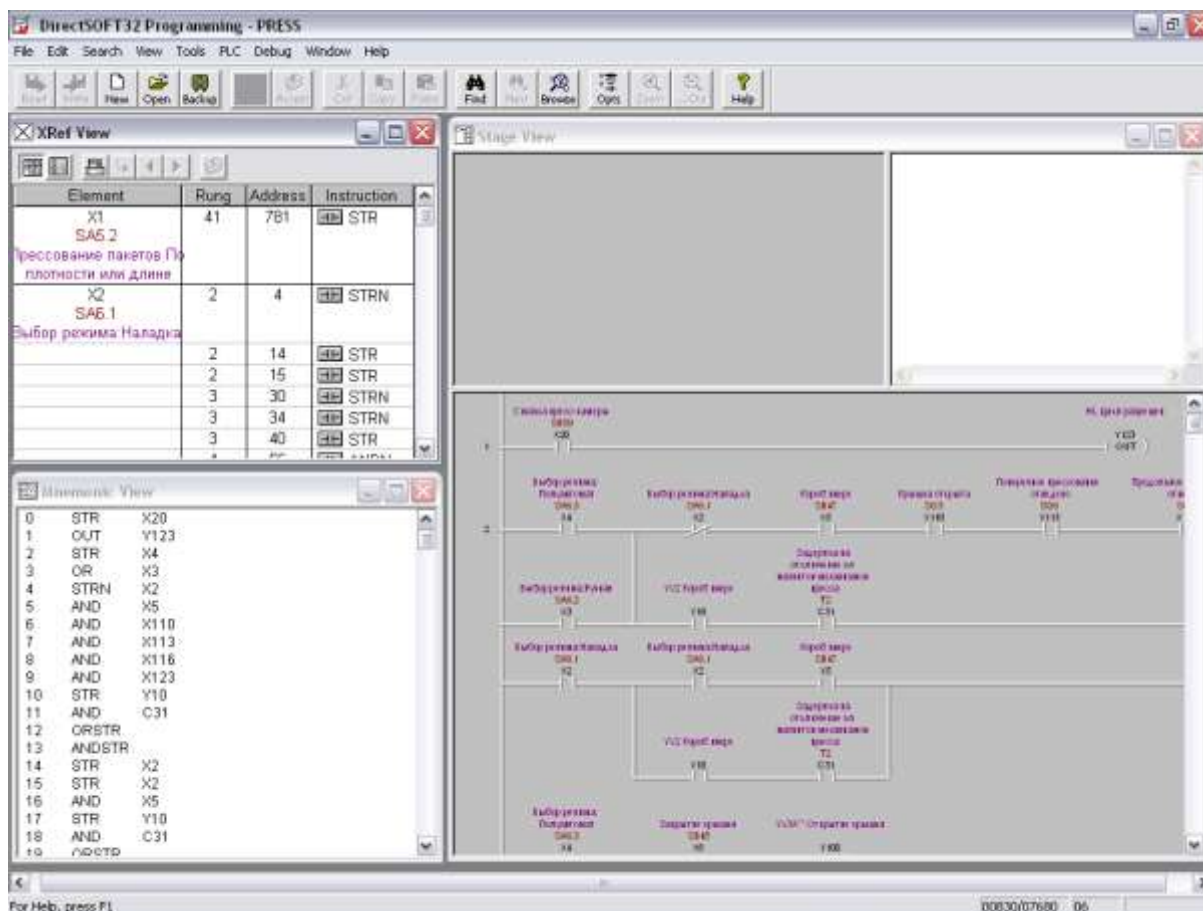


Рисунок 6.1 – Окно редактирования программы

Все функции реализуются согласно таблице указанной в Главе 4, и математическому описанию – рисунок А.4 приложения А.

Реализация программы осуществляется на языке релейной логики, основным окном редактирования программы является Ladder View.

По причине большого числа объемных функций в записке будет описано только часть из них в качестве примера, для ознакомления с принципами написания программы.

Программная реализация выходных сигналов, от которых зависит включение сигнальных ламп на центральном пульте управления или панели оператора представлены на рисунке 6.2.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

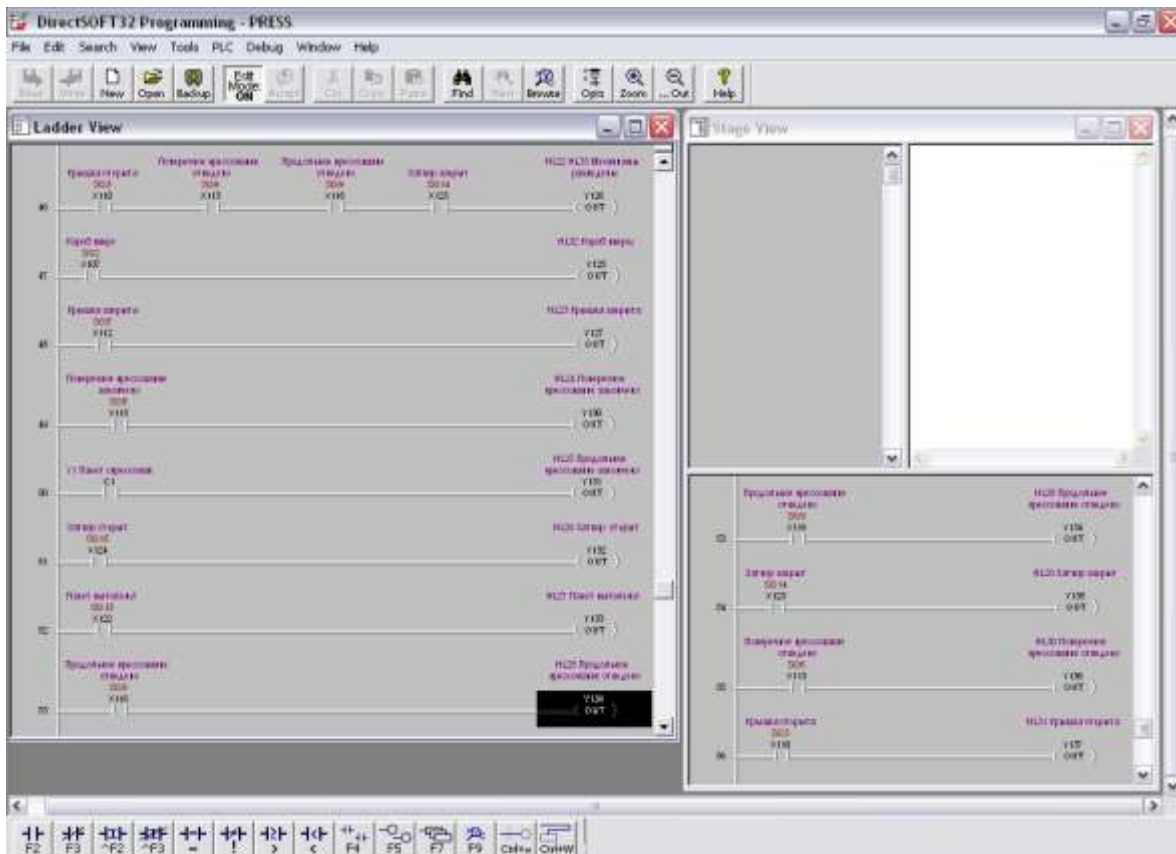


Рисунок 6.2 – Реализация выходных сигналов сигнальных ламп

На рисунке 6.3. представлена программная реализация таймеров 1 и 2, а также логика их включения и выключения.

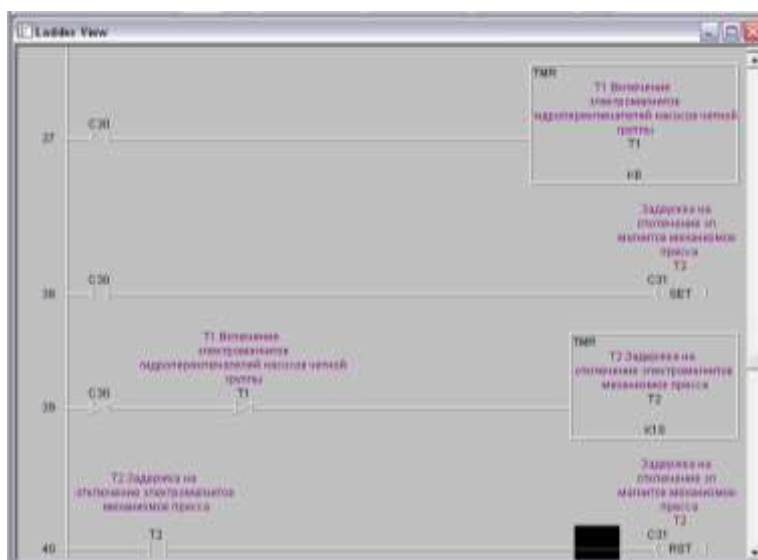


Рисунок 6.3 – Реализация таймеров

Приведем пример реализации логического уравнения из математического описания для функции YA11 (работа насоса № 1) на рисунке 6.4.

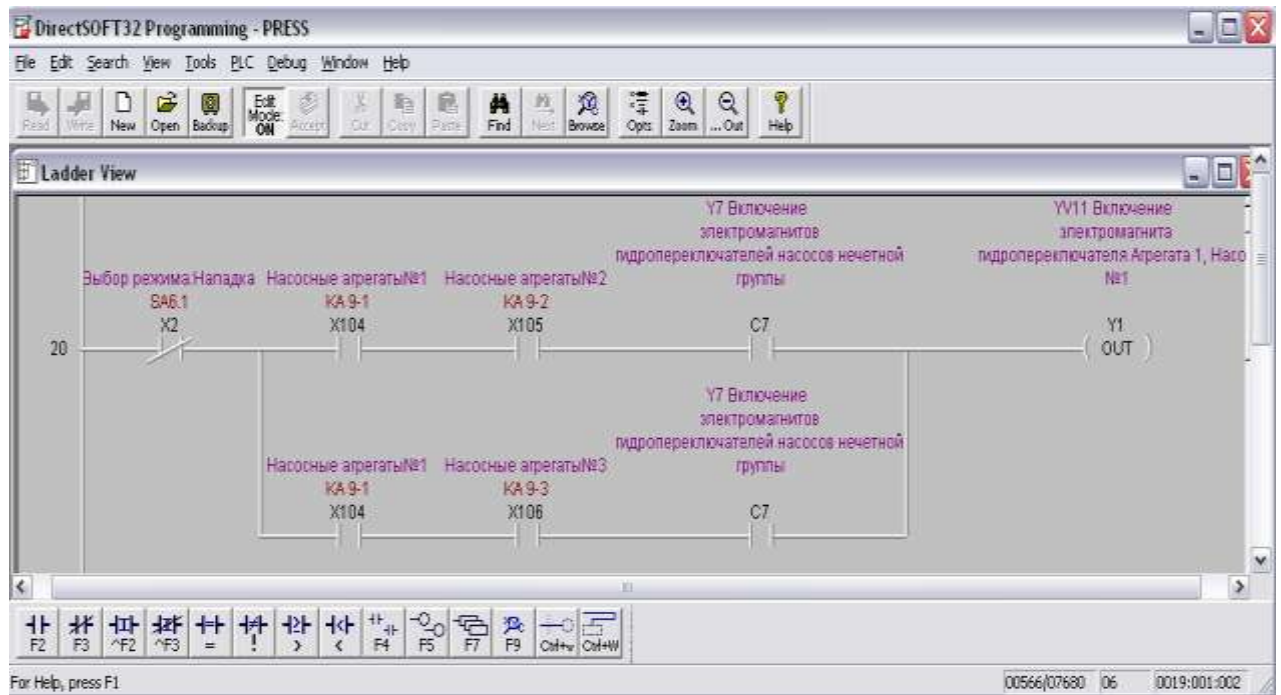


Рисунок 6.4 – Реализация таймеров

Программное обеспечение EasyBuilder 8000 предназначено для создания пользовательского интерфейса (экранов) для операторских панелей EasyAiew серий 6000i, 8000 [10].

Возможности:

- размещать на экранах графические файлы;
- создавать кнопки, при нажатии на которые будет изменяться заданный регистр в ПЛК (бит, байт, выход, счетчик);
- выводить на экран значение любого регистра ПЛК в цифровом виде с возможностью пересчета;
- выводить на экран значение любого регистра ПЛК в графическом виде (прогресс бар, график, анимация, смена нескольких изображений в зависимости от состояния регистра);
- создавать текстовые надписи, изменяющиеся в зависимости от состояния регистра в ПЛК;
- переключать экраны (до 2000 экранов) в произвольном порядке, с помощью кнопок, регистра в ПЛК;
- защищать любые параметры с помощью пароля;
- создавать макросы, запускаемые по таймеру, по нажатию кнопки, с ПЛК;

Для подробного знакомства работы данного программного обеспечения необходимо обратиться к руководству «Руководство пользователя EB8000».

Основная часть работы по написанию программы визуализации заключается в разработке эргономичного и информативного интерфейса. В ходе реализации этой задачи были разработаны два окна по управлению прессом, изображенных на рисунках 6.5 – 6.6.



Рисунок 6.5 – Окно выбора режимов работы

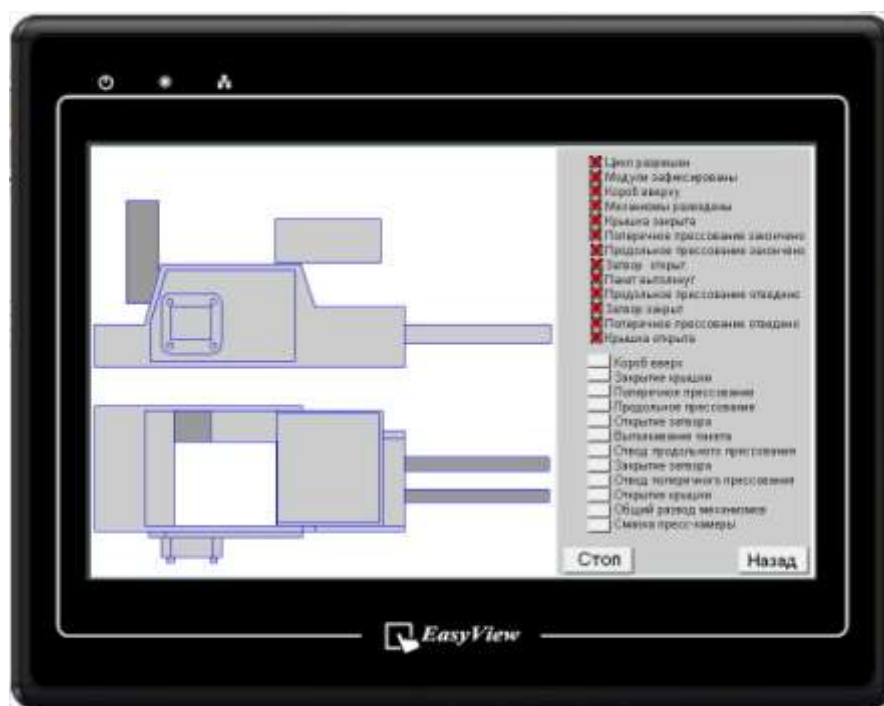


Рисунок 6.6 – Окно управления процессом прессования

Дальнейшая работа заключалась в привязке объектов окон (визуализация, кнопки, лампы сигнализации процессов, лампы сигнализации состояния датчиков) с программой написанной для ПЛК. Для этого в свойствах каждого объекта, параметр «Address», т.е. адрес необходимой памяти данных в ПЛК. На рисунке 6.7 изображено окно реализации такого действия.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

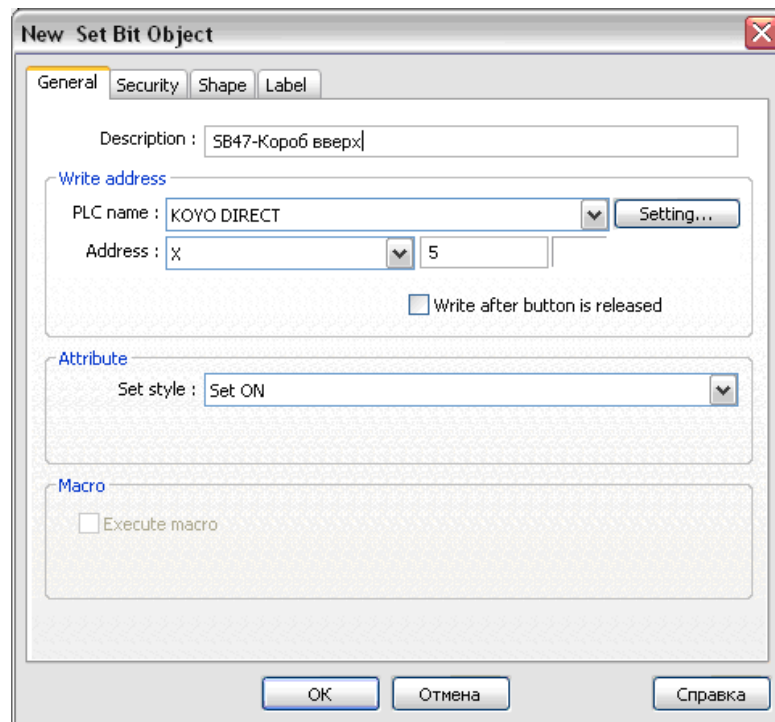


Рисунок 6.6 – Окно изменения свойств объекта «Set Bit»

Как видно из рисунка, в окне изменяются свойства кнопки («Set Bit»). Для этого необходимо в поле со списком «PLC name» выбрать «KOYO DIRECT», как показано на рисунке, далее в соответствии с адресом бита кнопки в ПЛК, который равен X5 (см таблицу 3.1), следует в поле со списком «Address» выбрать «X» и ввести номер.

Вывод: в данной главе коротко рассмотрено описание пакета «DirectSOFT» и «EasyBuilder 8000».

Описаны принципы, используемые при реализации программного обеспечения для ПЛК на языке релейной логики, а также принципы реализации интерфейса для операторской панели.

Вывод по разделу шесть: разработано программное обеспечения для контроллера Direct Logic 06, представленное в приложении А, а также окна визуализации для панели оператора. Разработанное программное обеспечение передано инженерам в отдел автоматизации.

7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данной выпускной квалификационной работе произведен анализ инвестиционной работы ведется с учетом экономической эффективности, экономического эффекта и срока окупаемости.

Расчет капитальных вложений в проект

Смета производится по следующим статьям:

- стоимость приобретенного оборудования;
- стоимость неучтенного оборудования;
- транспортные расходы;
- заготовительно - складские расходы;
- стоимость монтажных работ;
- разработка программного продукта и пакета документации;
- пуско – наладочные работы;
- плановые накопления.

7.1 Стоимость приобретенного оборудования

Затраты на оборудование для системы управления представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 — Оборудование для модернизации системы управления

Наименование оборудования	Количество, шт.	Цена за единицу, руб.	Общая стоимость, руб.
Панель оператора Weintek MT6100i	1	21000	31000
Шкаф управления механизмами Rittal 33BE- 600*1600*800	1	27790	37790
LCD-панель D0-06LCD для DL06 контроллера	1	3970	5970
Контроллер Direct Logic 06 D0-06DD2	1	10540	20540
Модуль ввода D0-16ND3	2	2430	6860
Модули вывода D0-16TD2	2	2920	7840
Клеммник на DIN-рейку	160	13	2080
Сетевой фильтр APF230L01	1	5000	7000
Блок питания PS24-050D	1	4000	5500
Блок питания PSM24-360S	1	7000	8500
Итого			133080

7.2 Стоимость неучтенного оборудования

Стоимость неучтенного оборудования, $C_{НО}$ руб. составляет 10 % от стоимости приобретенного оборудования:

$$C_{НО} = 0,1 \times C_{Об}, \quad (7.1)$$

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

где $C_{об}$ — стоимость оборудования, руб. (таблица 7.1).

$$C_{но} = 0,1 \times 91760 = 13308 \text{ руб.}$$

7.3 Транспортные расходы

Транспортные расходы включают в себя затраты по доставке сырья, материалов, комплектующих, полуфабрикатов от производителя продукции до потребителя. В целом - это затраты по заработной плате водителям транспорта, складским рабочим, занятым на погрузке (выгрузке) материалов, расход горюче-смазочных материалов, командировочные расходы. Расчет может производиться или по группе однородных материалов, или по каждому виду в отдельности.

В том случае, когда предприятие имеет постоянные связи с поставщиками продукции, транспортные расходы могут быть отнесены на стоимость сырья, материалов, покупных материалов и по кооперации постоянным расчетным коэффициентом. Однако, в условиях рынка, когда происходит процесс отслеживания более выгодных поставщиков и в случае организации новых производств, всех форм собственности, целесообразно эти затраты рассчитывать с целью их оптимизации.

Транспортные расходы $C_{тр}$, руб. составляют от 8 % до 10 % от стоимости оборудования. Принимаем транспортные расходы 10 %:

$$C_{тр} = 0,1 \times C_{об}, \quad (7.2)$$

$$C_{тр} = 0,1 \times 91760 = 13308 \text{ руб.}$$

7.4 Заготовительно - складские расходы

Заготовительно-складские расходы оплачиваются подрядной организации и учитываются в размере 2 % от стоимости материалов и транспортных расходов, а при поставке металлоконструкций - в размере 0,75 %. При текущем уровне цен заготовительно-складские расходы рассчитываются в установленных размерах от текущей стоимости материалов (без НДС), определенной по средневзвешенным ценам, индексам или по фактическим (текущим) ценам, и от текущей стоимости транспортных затрат (без НДС).

Заготовительно-складские расходы $C_{з-с}$, руб.:

$$C_{з-с} = (C_{об} + C_{тр}) \times 0,02, \quad (7.3)$$

$$C_{з-с} = (133080 + 13308) \times 0,02 = 2928 \text{ руб.}$$

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

7.5 Стоимость монтажных работ

Стоимость монтажа приобретенного оборудования $C_{\text{МПО}}$, руб. составляет 20 % от стоимости приобретенного оборудования:

$$C_{\text{МПО}} = 0,2 \times C_{\text{ОБ}}, \quad (7.4)$$

$$C_{\text{МПО}} = 0,2 \times 133080 = 26616 \text{ руб.}$$

Стоимость монтажа неучтенного оборудования $C_{\text{МНО}}$, руб. составляет 20 % от стоимости монтажа:

$$C_{\text{МНО}} = 0,2 \times C_{\text{МПО}}, \quad (7.5)$$

$$C_{\text{МНО}} = 0,2 \times 26616 = 5323 \text{ руб}$$

Общая стоимость монтажа $C_{\text{М}}$, руб. составляет сумму от стоимости монтажа приобретенного и неучтенного оборудования:

$$C_{\text{М}} = C_{\text{МПО}} + C_{\text{МНО}}, \quad (7.6)$$

$$C_{\text{М}} = 26616 + 5323 = 31939 \text{ руб.}$$

7.6 Разработка программного продукта и пакета документации

Смета производится по следующим статьям:

- основные и вспомогательные материалы
- энергия на технологические цели
- спецоборудование для написания программы
- основная заработная плата
- дополнительная заработная плата
- отчисления на социальные нужды
- накладные расходы

Расходы на электроэнергию при разработке программного продукта и пакета документации исчисляются по формуле:

$$C_{\text{Э}} = C_{\text{Э}}^1 \times P \times t, \quad (7.7)$$

где $C_{\text{Э}}^1$ – тариф (стоимость) электроэнергии, $C_{\text{Э}}^1 = 1,62$ руб/КВт·ч;

P – количество единиц потребляемой электроэнергии, $P = 400$ КВт;

t – время работы, час;

Исходные данные о продолжительности выполнения этапов работ взяты, исходя из фактически затраченного времени, и приведены в таблице 9.2.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Таблица 7.2 – Продолжительность выполняемой работы

Этапы работы	Выполняемая работа	Продолжительность выполняемой работы, дни
1	Постановка задачи	2
2	разработка функциональной схемы	2
3	разработка математического описания работы автоматики	5
4	моделирование режимов работы автоматики	4
5	разработка принципиальной электрической схемы	1
	разработка программного обеспечения	3
6	Составление документации	4
Итого:		21

$$C_3 = 1,62 \times 0,4 \times 21 \times 8 = 109 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда состоят их суммы основной и дополнительной заработной платы.

В разработке участвует инженер, месячный оклад которого составляет $Q_u = 25000$ руб.

Время работы составляет 21 день, что приравнивается к месяцу работы, T_p .
Основная заработная плата C_{O3} , руб., рассчитывается по формуле:

$$C_{O3} = O_u \times T_p \times k_{\text{пояс}} \times k_{\text{пр}}, \quad (7.8)$$

где $k_{\text{пояс}}$ – поясной коэффициент, $k_{\text{пояс}} = 1,15$;

$k_{\text{пр}}$ – премия за качественно выполненную работу начисляется в размере 40% от основной заработной платы, $k_{\text{пр}} = 1,4$.

Тогда основная заработная плата будет:

$$C_{O3} = 25000 \times 1 \times 1,15 \times 1,4 = 40250 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата производственного персонала принимается в размере 10 % от основной заработной платы, $C_{дз}$, руб.:

$$C_{дз} = 0,1 \times C_{O3}, \quad (7.9)$$

$$C_{дз} = 0,1 \times 40250 = 4025 \text{ руб.}$$

Общая сумма страховых платежей в государственные внебюджетные фонды с 1 января 2014 года составляет 34 %.

Общая сумма страховых платежей находится по формуле:

$$C_{\text{ссп}} = 0,34 \times (C_{\text{дз}} + C_{\text{оз}}), \quad (7.10)$$

$$C_{\text{ссп}} = 0,34 \times (40250 + 4025) = 15053,5 \text{ руб.}$$

Смета затрат на разработку программного обеспечения для микроконтроллера и пакета документации представлена в таблице 7.6.

Таблица 7.6 – Смета затрат на создание программы

Наименование статей	Сумма, руб.
Основные и вспомогательные материалы	400
Энергия на технологические цели	109
Спецоборудование для написания программы	45000
Основная заработная плата	40250
Дополнительная заработная плата	4025
Отчисления на социальные нужды	3011
Накладные расходы	750
Итого расходов	93545

7.7 Пуско – наладочные работы

Стоимость пуско-наладочных работ, $C_{\text{пнр}}$ руб. составляет 3 % от стоимости приобретенного оборудования:

$$C_{\text{пнр}} = 0,03 \times C_{\text{об}}, \quad (7.11)$$

$$C_{\text{пнр}} = 0,03 \times 133080 = 3992 \text{ руб.}$$

7.8 Плановые накопления

Плановые накопления строительно-монтажных организаций $C_{\text{пн}}$, руб., составляющие 25 % от стоимости монтажных работ:

$$C_{\text{пн}} = 0,25 \times C_{\text{м}}, \quad (7.12)$$

$$C_{\text{пн}} = 0,25 \times 31939 = 7985 \text{ руб.}$$

7.9 Расчет и оценка эффекта и эффективности капитальных вложений

Модернизация системы автоматизации, позволяет снизить временные затраты ремонта, которые занимали минимум 3% времени от времени работы прессы.

Средняя стоимость одной тонны пакетированного лома за вычетом сырья составляет 8000 руб. Производительность в течение месяца составит 1960 тонн стали, а за год работы - 2352 тонн.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Срок окупаемости капитальных вложений, год:

$$T = \frac{S}{k_{\text{приб}} \times \Delta C_x}, \quad (7.13)$$

где $k_{\text{приб}}$ – доля прибыли в выручке в %, $k_{\text{пр}}=0,25$;
 S – сумма капитальных затрат;

$$S = C_{\text{об}} + C_{\text{но}} + C_{\text{тр}} + C_{\text{з-с}} + C_{\text{м}} + C_{\text{э}} + C_{\text{оз}} + C_{\text{дз}} + C_{\text{ссп}} + C_{\text{пнр}} + C_{\text{пн}}, \quad (7.14)$$

$$S = 133080 + 13308 + 13308 + 2928 + 31939 + 109 + 40250 + 4025 + 15054 + 3992 + 7985 = 265978 \text{ руб.},$$

ΔC_x – прирост годовой выручки модернизации, руб/год:

$$\Delta C_x = B \times x \times c, \quad (7.14)$$

где B – годовая производительность прессы, тонн;
 x – увеличение производительности при модернизации;
 c – стоимость тонны металла, руб.;

$$\Delta C_x = 23520 \times 0,03 \times 8000 = 5644800 \text{ руб/год.}$$

$$T = \frac{265978}{0,25 \times 5644800} = 0,18 \text{ года.}$$

Фактический коэффициент экономической эффективности E , отражает относительную величину соизмерения результатов и затрат:

$$E = \frac{1}{T}, \quad (7.15)$$

$$E = \frac{1}{0,18} = 5,5.$$

Абсолютный экономический эффект от внедрения работы \mathcal{E} , руб., определяется как разность между результатом и затратами:

$$\mathcal{E} = k_{\text{приб}} \times \Delta C_x - S, \quad (7.16)$$

$$\mathcal{E} = 0,25 \times 5644800 - 265978 = 1145222.$$

Показатели модернизации системы управления представлены в таблице 7.3.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Таблица 7.3 - Показатели модернизации системы управления

Наименование	Единицы измерения	Результат
Стоимость приобретенного оборудования	руб.	133080
Стоимость неучтенного оборудования	руб.	13308
Транспортные расходы	руб.	13308
Заготовительно - складские расходы	руб.	2928
Стоимость монтажных работ	руб.	31939
Разработка программного продукта и пакета документации	руб.	39545
Пуско – наладочные работы	руб.	3992
Плановые накопления	руб.	7985
Капитальные затраты	руб.	265978
Фактический коэффициент экономической эффективности		5,5
Срок окупаемости, лет		0,18

Вывод по разделу семь: при модернизации системы управления фактический коэффициент экономической эффективности составит 5,5. Срок окупаемости капитальных затрат 0,18 года или 2,1 месяца. Следовательно, модернизация системы управления оправдана и целесообразна.

8 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

8.1 Краткое описание производственного участка

В копровом цехе осуществляется приемка, накопление, сортировка и переработка металлического лома. Крупногабаритный и тяжеловесный металлолом измельчается с помощью пресс - ножниц и ручных газокислородных резаков.

Для разделки металлолома, повышения его плотности и уменьшения объема используются: механизированная установка газовой резки, пакетировочные прессы, средства для дробления и отсева стальной стружки, а также индивидуальные средства для огневой резки крупногабаритного лома.

Основной режим разрабатываемой системы управления прессом является полуавтоматический, в соответствии с программой ПЛК. Контроль осуществляется оператором с помощью операторской панели. Оператор находится в отдельном помещении.

Все высоковольтное электрическое оборудование: шкафы с электронной и релейной аппаратурой; вынесены в отдельное помещение.

8.2 Анализ производственных и экологических опасностей

а) Природно-климатические условия местности.

ПАО «Ашинский металлургический завод» находится в горно-лесной зоне Южного Урала на берегах реки Сим и ее притоков на территории г. Аши. Копровый цех расположен на правом берегу реки Сим [11].

Аша расположена в Челябинской области, в пределах которой рельеф является главным фактором формирования основных свойств климата. Горные хребты Урала не останавливают воздушных потоков с запада, лишь отчасти ослабляя их движение и задерживая распространение циклонов к востоку.

Во все сезоны года в Аше преобладают ветры западных направлений, нередко северные ветры. Зима в данной местности достаточно сурова, лето относительно прохладное, короткое и влажное. Летом же выпадает максимальное количество осадков.

По климатическим условиям район относится к переходной умеренно-холодной зоне. В целом климат Аши относится к резко-континентальному типу.

б) Вредные и опасные факторы производственной среды.

Персонал, обслуживающий пресс БА-1642, подвержен воздействию вредных и опасных факторов производственной среды. Негативными факторами производственной среды при работе на данном оборудовании являются [12]:

- пониженные температуры при работе в ЗРУ;
- запыленность рабочей зоны. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать установленных предельно допустимых концентраций. Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны – это концентрация, которая при ежедневной работе в течение 8 часов не может вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья в

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

процессе работы или в отдаленные сроки жизни;

- недостаточная освещенность рабочей зоны при работах в ЗРУ;
- шум от работы различного технологического оборудования;
- электрический ток - возможность поражения обслуживающего персонала электрическим током. Опасность поражения электрическим током связана с использованием оборудования, питающегося от сети напряжением 380 и 220 В;
- механические факторы - движущиеся части и агрегаты установки и участка;
- пожароопасность;
- физические перегрузки - статические и динамические, могут возникнуть при монтаже или обслуживании оборудования;
- нервно-психические перегрузки
- умственное перенапряжение, переутомление, перенапряжение анализаторов слуха и зрения, монотонность труда, а также эмоциональные нагрузки, которые свойственны персоналу, работающему с ПК.

В результате модернизации появляется негативный фактор, связанный с работой за операторской панелью, что приводит к утомлению глаз, а при длительном воздействии может привести к снижению остроты зрения. Длительная работа приводит к общему утомлению оператора.

Но следует отметить, что внедрение операторской панели приводит не только к негативным, но и к положительным результатам. Так как значительно повышается эргономика труда, и техническая эстетика. Интерфейс среды «человек-машина» можно подстроить индивидуально для любого оператора прессы.

8.3 Требования охраны труда

8.3.1 Организационные и правовые вопросы охраны труда

Работники, принимаемые для выполнения работ, должны иметь профессиональную подготовку, соответствующую характеру работы. При отсутствии профессиональной подготовки работники должны быть обучены в специализированных центрах подготовки персонала. Электротехнический персонал до допуска к самостоятельной работе должен быть обучен приемам освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой медицинской помощи при несчастных случаях.

Персонал, обслуживающий пресс, должен пройти проверку знаний нормативно-технических документов в пределах требований, предъявляемых к соответствующей должности или профессии, и иметь соответствующую группу по электробезопасности. Работнику, прошедшему проверку знаний, выдается удостоверение соответствующей формы, в которое вносятся результаты проверки знаний.

Эксплуатация прессы производится оператором. Обслуживанием прессы занимается оперативный персонал. Оперативным персоналом являются электро-

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

монтеры по обслуживанию электрооборудования 5-го, 4-го разрядов. На участке эксплуатации пресса находится дежурный электрик с группой по электробезопасности не ниже IV.

Право единолично обслуживать электроустановки имеет работник с IV группой по электробезопасности.

Работники допускаются к работе только после проведения им инструктажа. При замене и модернизации оборудования проводится внеплановый инструктаж. При производстве работ, на которые оформляется наряд-допуск, проводится целевой инструктаж. Лица, прошедшие инструктаж и допущенные к работе в электроустановках, расписываются в оперативном журнале и в журнале инструктажей.

Ремонтный персонал, который будет производить монтаж электрооборудования, после инструктажа препровождается к месту работы лицом из оперативного персонала.

Наибольшей опасности подвергается персонал, производящий монтажные работы. Чтобы обеспечить безопасность этих работ, правилами предусмотрены специальные организационные и технические мероприятия:

- организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность работы в электроустановках;
- оформление работы нарядом-допуском (далее нарядом), распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- выдача разрешения на подготовку рабочего места и допуск к работе;
- надзор во время работы;
- оформление перерыва в работе, переводов на другое место рабочее место, окончание работы;
- закрытие наряда.
- технические мероприятия;
- отключение напряжения;
- установка ограждений;
- вывешивание плакатов;
- проверка отсутствия напряжения;
- установка защитного заземления.

Все токоведущие части электроустановки, на которых будет производиться работа, должны быть отключены [13]. Также необходимо отключить все токоведущие части, к которым возможно случайное прикосновение или приближение работающих.

После отключения напряжения необходимо принять меры, препятствующие самопроизвольной подаче напряжения. Для этого с выключателей снимается оперативный ток, а приводы разъединителей запираются на замок.

На всех приводах выключателей и разъединителей и на ключах управления, с помощью которых напряжение может быть подано к месту работ, вывешиваются плакаты «Не включать — работают люди». У места предназначенного для выполнения работ, после окончания его подготовки помещаются плакаты «Работать здесь».

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

После проверки отсутствия напряжения на токоведущих частях устанавливается защитное заземление.

8.3.2 Комплекс мероприятий по предупреждению опасности поражения электрическим током

Для обеспечения защиты людей от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, выполняется заземление.

Согласно ПУЭ, в электроустановках с большим током замыкания на землю, допускается выполнение заземлительных устройств с соблюдением требований, предъявляемых к сопротивлению заземления, которое не должно превышать 0,5 Ом.

Сопротивление заземляющего устройства при использовании естественных заземлителей, R_z , Ом

$$R_z = \frac{R_e \times R_{и}}{R_e + R_{и}}, \quad (8.1)$$

где R_e – сопротивление естественных заземлителей, Ом.

$$R_e = \frac{\rho}{\sqrt{S}}, \quad (8.2)$$

где ρ – удельное сопротивление грунта, Ом·м, $\rho = 200$ Ом·м;
 S – площадь, ограниченная периметром здания, м².

$$S = a \times b, \quad (8.3)$$

где a , b – ширина и длина здания, соответственно, м.

$$S = 60 \times 20 = 1200 \text{ м}^2.$$

$$R_e = \frac{200}{\sqrt{1200}} = 5,77 \text{ Ом}.$$

$R_{и}$ – сопротивление искусственных заземлителей, Ом:

$$R_{и} = \frac{R_{в} \times R_{г}}{R_{в} + R_{г}}, \quad (8.4)$$

Вертикальный заземлитель выполнен электродами из угловой стали 50×50×5 мм и длиной 2,5 м, на расстоянии 1,25 м друг от друга. Контур выполнен из полос 40×4 мм, проложенных на глубине 0,7 м.

Сопротивление одиночного вертикального заземлителя, $R_{ст.од.}$, Ом

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

$$R_{\text{ст.од.}} = \frac{\rho}{2 \times \pi \times l} \times \left(\ln \frac{2 \times l}{d} + \frac{1}{2} \times \ln \frac{4 \times H + 1}{5 \times H - 1} \right), \quad (8.5)$$

$$R_{\text{ст.од.}} = \frac{200}{2 \times 3,14 \times 2,5} \times \left(\ln \frac{2 \times 2,5}{0,05} + \frac{1}{2} \times \ln \frac{4 \times 0,7 + 2,5}{5 \times 0,7 - 2,5} \right) = 69,25 \text{ Ом.}$$

Число вертикальных заземлителей, n, шт.

$$n = \frac{L}{a_3}, \quad (8.6)$$

где L - общая длина контура заземления, L=160 м;

a₃ - расстояние между электродами, a₃=1,25 м.

$$n = \frac{160}{1,25} = 320 \text{ шт.}$$

Суммарное сопротивление всех вертикальных заземлителей, R_в, Ом:

$$R_{\text{в}} = \frac{R_{\text{ст.од.}}}{n \times \eta_{\text{ст.}}}, \quad (8.7)$$

где η_{ст.} – коэффициент использования электродов, характеризующий степень использования его поверхности из-за экранирующего влияния соседних электродов, η_{ст.}=0,35.

$$R_{\text{в}} = \frac{69,25}{320 \times 0,35} = 0,62 \text{ Ом}$$

Сопротивление горизонтального заземления, уложенного на глубине 0,7 м, R_г, Ом

$$R_{\text{г}} = \frac{\rho}{2 \times \pi \times l_{\text{г}}} \times \ln \frac{2 \times l_{\text{г}}^2}{b \times H}, \quad (7.15)$$

где l_г – длина заземлителя, м;

b - ширина полосового заземлителя, м.

$$R_{\text{г}} = \frac{200}{2 \times 3,14 \times 160} \times \ln \frac{2 \times 160^2}{0,04 \times 0,7} = 2,87 \text{ Ом.}$$

$$R_{\text{и}} = \frac{0,62 \times 2,87}{0,62 + 2,87} = 0,51 \text{ Ом.}$$

$$R_{\text{з}} = \frac{5,77 \times 0,51}{5,77 + 0,51} = 0,47 \text{ Ом.}$$

					Лист
					59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ

Рассчитанное сопротивление заземления удовлетворяет требованиям ПУЭ.

$$0,47 < 0,5.$$

Каждый заземляющий элемент установки присоединяется к заземлителю при помощи отдельного ответвления. Открыто проложенные заземляющие проводники окрашиваются в фиолетовый цвет.

8.3.3 Режим труда и отдыха

Режимы труда и отдыха при работе с ПЭВМ и ВДТ должны организовываться в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.2.542-96 в зависимости от вида и категории трудовой деятельности. Виды трудовой деятельности разделяются на 3 группы: группа А – работа по считыванию информации с экрана ВДТ или ПЭВМ с предварительным запросом группа Б – работа по вводу информации группа В – творческая информация в режиме диалога с ЭВМ.

При выполнении в течение рабочей смены работ, относящихся к разным видам трудовой деятельности, за основную работу с ПЭВМ и ВДТ следует принимать такую, которая занимает не менее 50% времени в течение рабочей смены или рабочего дня.

Продолжительность непрерывной работы с ВДТ без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часов. Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного аппарата, устранения влияния гиподинамии и гипокинезии, предотвращения развития познотонического утомления необходимо выполнять комплексы физических упражнений (СанПиН 2.2.2.542-96).

Продолжительность обеденного перерыва определяется действующим законодательством о труде и Правилами внутреннего трудового распорядка предприятия.

При наличии ионизаторов, их использование допускается только во время перерывов в работе и при отсутствии людей и помещении [14].

8.3.4 Защита от механического травмирования

При обслуживании пресса персонал может быть подвержен механическому воздействию со стороны движущихся частей и оборудования.

Одна из эффективных мер защиты от механического воздействия и производственного шума — полная автоматизация пресса, с удалением обслуживающего персонала во время работы в специальное помещение, из которого можно вести наблюдение за процессом.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

8.4 Производственная санитария

8.4.1 Категории тяжести труда при работе на прессе

К I категории тяжести труда относится работа оператора. Это легкая работа, выполняется сидя или стоя, не требует систематического мышечного напряжения.

Ко II категории тяжести труда относятся работы, выполняемые оперативным персоналом. Это работы средней тяжести, связаны с постоянной ходьбой, работы, выполняемые стоя или сидя, но не связанные с перемещением тяжестей (категория II а), или работы, связанные с ходьбой и переноской тяжестей до 10 кг (категория II б).

К III категории тяжести труда относятся работы ремонтного персонала, производящего монтаж или ремонт оборудования. Это тяжелые работы, связанные с систематическим физическим напряжением [15].

8.4.2 Установление оптимальных параметров микроклимата

Требуемое состояние воздуха рабочей зоны в ЗРУ может обеспечиваться применением естественной вентиляции.

Для защиты оператора от вредных факторов, таких как температура и пыль предусмотрено организация рабочей зоны оператора - пункта управления, дающей возможность наблюдения за ходом процесса прессования и защищающее его от вредных воздействий.

Пункт управления укомплектован средствами связи, необходимой документацией, средствами индивидуальной защиты, инструментом.

В пункте управления поддерживается оптимальная температура воздуха от 22 до 24^оС, оптимальная влажность воздуха в пределах от 40 до 60 %, скорость движения воздуха от 0,1 до 0,2 м/с. Пункт оборудован системой кондиционирования.

8.4.3 Характеристики зрительной работы, освещение

Результаты работы оператора большой степени зависят от освещенности рабочей зоны и рабочего места.

В любом производственном помещении должно быть светло, стены и потолки должны быть окрашены в светлые тона при относительно не большой насыщенности и высоком коэффициенте отражения. Необходимо использовать также контрасты между теплыми и холодными тонами.

Цветовое решение внутренней отделки помещения должно соответствовать климатической зоне, ориентации по сторонам света, особенностям технологического процесса и т.д.

Освещение и цветовое оформление производственных помещений при правильном решении и удачном сочетании оказывают благоприятное влияние на настроение и работоспособность человека, рост производительности труда и снижение числа и тяжести производственных травм.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Степень точности зрительных работ определяется угловыми размерами и яркостным контрастом объекта различения с фоном.

Расстояние от объекта до глаза принимается равным 0,5 м.

Зрительные работы оперативного персонала занимающегося обслуживанием оборудования печи, относятся к V категории, работа со светящимися объектами относятся к VII категории. Фон и контраст объекта с фоном — средний. Освещенность для таких работ при системе общего освещения должна составлять 200 лк.

Зрительные работы оператора-пресса, который наблюдает за ходом производственного процесса, непосредственно на прессе и по экрану панели, а также занимается оформлением документации, относятся 4-ой категории. Фон светлый, контраст объекта с фоном - средний или большой. Освещенность для таких работ при системе общего освещения должна составлять 300 лк, при системе комбинированного освещения - 500 лк.

Искусственное освещение в пункте управления осуществляется с помощью люминесцентных ламп ЛБ–80 в светильниках общего освещения.

Осветительные установки обеспечивают равномерную освещенность с помощью отраженного и рассеянного светораспределения.

Для исключения бликов отражения на экране от светильников общего освещения применяются специальные антибликовые сетки и фильтр для экранов, защитный козырек.

Источники света по отношению к рабочему месту расположены таким образом, чтобы исключить попадания в глаза прямого света.

При работах, производимых в ЗРУ кроме стационарного искусственного освещения, предусмотрены переносные осветительные установки.

8.4.4 Производственная вентиляция

При работе пресса в атмосферу рабочего помещения выделяются в виде мелкой пыли металлические включения, а также различные окиси металлов. Для удаления этого вредного фактора защищает кабина оператора.

8.4.5 Уровень шума и вибрации

Системы вентиляции и кондиционирования воздуха оснащены устройствами для виброизоляции и защиты от шума, обеспечивающими допустимые уровни звукового давления и уровни звука на рабочих местах в помещениях. Ввиду использования вычислительной техники, предусматривается защита от шума и вибрации. Безопасный уровень шума — 50 дБ. Стены и потолки помещения, в котором устанавливается оргтехника, являющаяся источником шума, облицованы звукопоглощающим материалом.

8.4.6 Безопасность труда при работе за панелью оператора

С точки зрения безопасности труда, на здоровье пользователей

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

операторских панелей, прежде всего, влияют:

- повышенное зрительное напряжение;
- психологическая перегрузка;
- длительное неизменное положение тела в процессе работы;
- воздействие электромагнитных полей.

Типовое автоматизированное рабочее место на основе панелей включает в себя: винтовой стул, регулируемый по вертикали и по горизонтали светильник.

Организация рабочего места должна обеспечивать возможность изменения рабочей позы и иметь необходимый обзор зоны наблюдения с этого рабочего места. Взаимное расположение и компоновка рабочего места должно обеспечить безопасный доступ на рабочее место и возможность быстрой эвакуации при аварийной ситуации.

В пункте управления поддерживаются комфортные условия труда с температурой воздуха от 22 до 24^о С, влажностью воздуха в пределах от 40 до 60 %, скорость движения воздуха от 0,1 до 0,2 м/с. Пункт управления оборудован системой кондиционирования.

Для обеспечения метеоусловий площадь на одно рабочее место должна быть не менее 6 м². Освещенность на поверхности стола от 300 до 500 лк, уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБ.

В процессе работы оператора возможно наблюдение за экранами видеотерминалов. Оптимальная длительность наблюдения до двух часов в смену, допустимая - до трех часов. Зрительная нагрузка более четырех часов не допускается. Уровень глаз при вертикально расположенном экране должен приходиться на центр или 2/3 высоты экрана. Линия взора должна быть перпендикулярна центру экрана.

Специалисты по гигиене зрения считают, что яркость экрана должна быть не менее 70 кд/м², контрастность изображения не менее 0,6, частота регенерации изображения 85 Гц при негативном (светлые знаки на темном фоне) и не менее 90 Гц при позитивном (темные знаки на светлом фоне) контрасте. Контраст выбирает для себя сам оператор. При работе с цветным монитором рекомендуется выбирать для различных текстовых блоков пары из дополнительных цветов. Подбор наиболее приятных цветовых сочетаний желательно производить каждому пользователю с программистом индивидуально.

Рекомендуемый наклон экрана - 30^о книзу от горизонтальной линии. Расстояние, удовлетворяющее хорошим условиям чтения с экрана и бумажного документа, - 50 см. Одно из самых простых и экономичных решений устранения блескости - регулировка расстояния от глаз до экрана и угла его наклона. Другое решение - применение фильтров, устанавливаемых на экране, однако, при этом яркость знаков может снижаться на 50 %. Определенным достоинством обладают поляроидные фильтры, которые не изменяют контраст на пространственных частотах, наиболее информативных для опознания символа (2,5 - 4 цикл/град) и в то же время удаляют ненужную высокочастотную информацию.

Современные панели удовлетворяют требованиям СанПиН по уровню ЭМИ. Панели не наводят статического электричества и не имеют источников относительно мощного электромагнитного излучения.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

8.5 Противопожарная и взрывобезопасность

На участке имеются первичные средства пожаротушения. Внутренние пожарные краны предусматриваются у входов. Пожарные краны устанавливаются в специальных ящиках и к ним подсоединяют пожарные шланги длиной до 20 м с пожарными стволами. Первичными средствами пожаротушения на подстанции являются:

- газовые углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8;
- ящики с песком;
- необходимый пожарный инвентарь.

Для оповещения о начале пожара помещение участка оборудовано пожарной сигнализацией. В производственных помещениях предусмотрены эвакуационные выходы. На каждом участке находится план эвакуации. Также основным мероприятием по предотвращению пожара является противопожарный инструктаж персонала.

При возникновении пожара оперативный персонал должен немедленно:

- отключить электроустановки;
- вызвать пожарную команду;
- поставить в известность вышестоящих руководителей;
- приступить к тушению и локализации пожара имеющимися средствами пожаротушения.

8.6 Экологическая безопасность

В процессе прессования выделяется определенное количество пыли в виде оксида железа и других элементов, входящих в состав прессуемого материала, загрязняющих атмосферу. Пыль образуется главным образом в результате измельчения деформации, при этом около 20% пыли имеют размер частиц менее 10 мкм. При этом в процессе прессования образуется большое количество (до 3 г/м³) мелкодисперсной пыли, состоящей на 75-90% из оксидов железа. Распределение пыли по фракциям представлена в таблице 8.1 [16].

Таблица 8.1 - Распределение пыли по фракциям

Параметр	Размерность	Величина		
		<0,5	0,5-1	>1
Размер частиц	мкм	<0,5	0,5-1	>1
Фракционный состав	%	20-25	60-65	10-20

Величина предельно допустимой концентрации (ПДК) вредных веществ (оксида железа) в воздухе рабочей зоны составляет 6 г/м³, что превышает нормы ПДК. Но благодаря тому, что процесс выделения вредных веществ происходит при закрытой крышке пресса, все вредные вещества оседают в пресс-камере. Установка специальных устройств для эффективного улавливания частиц не требуется [17].

В процессе модернизации системы автоматизации устанавливается современное электронное оборудование. В случае выхода из строя этого

оборудования, оно должно быть утилизировано.

Продукт помечен символом, указывающим на то, что он не может быть утилизирован как бытовые отходы. Его необходимо передать в пункт приема отходов электрического и электронного оборудования для дальнейшей переработки.

Для получения дополнительной информации относительно переработки данного продукта просим обращаться в местные органы власти, местную службу утилизации или в магазин, где Вы приобрели данный продукт.

Проведение должным образом утилизации данного продукта, предотвращает возможные негативные последствия воздействия на окружающую среду и здоровье человека, которые могли бы иметь место в случае неправильной утилизации данного продукта.

8.7 Организация средств индивидуальной защиты населения при чрезвычайных ситуациях

Окружающая среда всегда характеризуется наличием определенных опасных и вредных для здоровья человека факторов. Они окружают человека всегда и везде: на производстве и в быту, во время работы и отдыха, летом и зимой.

Поэтому, в ситуации, когда возникает угроза жизни и здоровью человека, все будет зависеть от уровня теоретических знаний и практической подготовки последнего.

Безопасность жизнедеятельности - это наука о сохранении здоровья и обеспечении безопасности человека в среде обитания. Это достигается путем выявления и идентификации опасных и вредных факторов, разработкой методов и средств защиты человека от их влияния в условиях быта и производства, методов и средств защиты людей в условиях чрезвычайных ситуаций, а также мер по ликвидации последствий таких ситуаций.

Защита населения в чрезвычайных ситуациях (ЧС) - это совокупность взаимосвязанных по времени, ресурсам и месту проведения мероприятий, направленных на предотвращение или предельное снижение потерь населения и угрозы его жизни и здоровью от поражающих факторов ЧС.

Защита населения от ЧС является важнейшей задачей Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС). Граждане Российской Федерации имеют право на защиту жизни и здоровья, личного имущества; использование имеющихся средств коллективной и индивидуальной защиты; информацию о возможном риске и мерах необходимой безопасности в ЧС.

К основным способам защиты населения от ЧС относятся: своевременное оповещение, укрытие в защитных сооружениях, использование средств индивидуальной защиты, в том числе медицинских, и эвакуация населения.

В данном случае рассматриваются вопросы: средства индивидуальной и коллективной защиты населения.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

8.7.1 Средства коллективной защиты населения

В тех случаях, когда эвакуация невозможна или нецелесообразна во время ЧС, применяется укрытие населения в защитных сооружениях.

Средства коллективной защиты (СКЗ) - это защитные инженерные сооружения гражданской обороны. Они являются наиболее надежным средством защиты населения от оружия массового поражения и других современных средств нападения.

Защитные сооружения классифицируются: по назначению, месту расположения, времени возведения, защитным свойствам, вместимости.

По месту расположения защитные сооружения подразделяют на три группы:

- отдельно стоящие (располагаются вне зданий);
- встроенные (располагаются в подвальных и цокольных этажах зданий; они имеют большое распространение, их строительство экономически более целесообразно);
- оборудованные в горных выработках.

По времени возведения различают защитные сооружения:

- заблаговременно возводимые (капитальные сооружения из долговечных негорюемых материалов);
- быстровозводимые (сооружаемые в короткий период при угрозе ЧС с применением подручных материалов).

По вместимости защитные сооружения классифицируют следующим образом:

- малые (до 150 человек);
- средние (150-600 человек);
- большие (более 600 человек).

При проектировании защитных сооружений на укрытие одного человека предусматривается 0,4-0,5 м²; для организации пункта управления - не менее 2 м², для медпункта не менее 9 м².

По назначению различают защитные сооружения общего назначения (для защиты населения в городах и сельской местности) и специального назначения (для размещения органов управления, систем оповещения и связи, лечебных учреждений).

К защитным свойствам убежищ предъявляются определённые требования:

- убежища должны обеспечивать надёжную защиту от всех поражающих факторов ЧС (строительство, эксплуатация);
- ограждающие конструкции должны иметь необходимые термические сопротивления для защиты от высоких температур;
- убежища должны быть соответственно оборудованы для пребывания в них людей в течение двух суток;
- ПРУ должны обеспечивать расчётную кратность ослабления ионизирующего излучения;
- ПРУ должны быть обеспечены санитарно-техническими устройствами для длительного пребывания в них людей;

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

-простейшие укрытия выбираются таким образом, чтобы они могли защитить людей от светового излучения, проникающей радиации и действия ударной волны.

Защитные сооружения в зависимости от их защитных свойств подразделяются на убежища (У) и противорадиационные укрытия (ПРУ), а также простейшие укрытия (ПУ).

Защитные сооружения (убежище, противорадиационное укрытие, простейшие укрытия), по степени защиты:

I класс - 5 кг/см^2 I гр. - более 200 раз

II класс - 3 кг/см^2 II гр - от 100 до 200 раз

III класс - 2 кг/см^2 III гр - от 50 до 100 раз

IV класс - 1 кг/см^2

V класс - $0,5 \text{ кг/см}^2$ по назначению сооружения общего пользования

Специальные сооружения по возможностям очистки воздуха:

-не вентилируемые;

-вентилируемые убежища с регенерацией воздуха.

По конструктивным особенностям:

-котлованного типа;

-подземные убежища.

По времени возведения:

-стационарные;

-быстровозводимые.

Убежища - это специальные защитные сооружения герметического типа, предназначенные для защиты людей от поражающих факторов ядерного взрыва, отравляющих веществ, бактериальных (биологических) средств, а также от высоких температур и вредных газов, образующихся при пожарах.

Укрывающиеся в них люди не используют средства индивидуальной защиты кожи и органов дыхания.

Убежища классифицируются по защитным свойствам, по вместимости, по месту расположения, по обеспечению фильтровентиляционным оборудованием, по времени возведения.

Убежища следует располагать в пределах радиуса сбора и местах наибольшего сосредоточения укрываемого персонала (населения). Радиус сбора укрываемых в убежищах следует принимать при застройке территории малоэтажными зданиями - 500 м, а многоэтажными - 400 м.

Срок заполнения убежищ не должен превышать 15 мин. В тех случаях, когда группы укрываемых оказываются за пределами радиуса сбора, следует предусматривать укрытие их в близлежащем убежище, имеющем тамбуры-шлюзы во входе. Срок заполнения не должен превышать 30 минут.

Убежище состоит из основного и вспомогательных помещений. В основном помещении, предназначенном для размещения укрываемых, оборудуются двух- или трехъярусные нары - скамейки для сидения и полки для лежания.

Вспомогательные помещения убежища - это санитарный узел, фильтровентиляционная камера, а в сооружениях большой вместимости -

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

медицинская комната, кладовая для продуктов, помещения для обеспечения водой из артезианской скважины и дизельной электростанции.

В убежище устраиваются, как правило, не менее двух входов (выходов); в убежищах малой вместимости - вход (выход) и аварийный выход. Во встроенных убежищах входы могут делаться с лестничных клеток или непосредственно с улицы. Аварийный выход оборудуется в виде подземной галереи, оканчивающейся шахтой с оголовком или люком на незаваливаемой территории.

Наружная дверь делается защитно-герметичную, внутренняя - герметичную. Между ними располагается тамбур.

В убежищах большой вместимости (более 300 человек) при одном из входов оборудуется тамбур-шлюз, который с наружной и внутренней сторон закрывается защитно-герметическими дверями, что обеспечивает возможность выхода из убежища без нарушения защитных свойств входа.

Система воздухообмена, как правило, работает в двух режимах: чистой вентиляции (очистка воздуха от пыли) и фильтро-вентиляции. В убежищах высшей категории и расположенных в пожароопасных районах может дополнительно предусматриваться режим полной автономности с регенерацией воздуха внутри убежища. Системы энергоснабжения, отопления и канализации убежищ связаны с соответствующими внешними сетями. На случай их повреждения в убежище имеются переносные резервуары для хранения аварийного запаса воды, а также емкости для сбора нечистот. Отапливаются убежища от общей отопительной сети. В помещениях убежища имеются комплекты средств для ведения разведки, защитной одежды, спецодежды, средства тушения пожара, аварийный запас инструмента.

Противорадиационные укрытия обеспечивают защиту людей от ионизирующих излучений при радиационном заражении местности. Кроме того, они защищают от светового излучения, проникающей радиации (в том числе и от нейтронного потока) и частично от ударной волны, а также от попадания на кожу и одежду людей радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных (биологических) средств. Устраиваются чаще всего в подвальных этажах зданий и других сооружений. В ряде случаев могут строиться отдельно стоящие быстровозводимые противорадиационные укрытия, для чего используются промышленные (сборные железобетонные элементы, кирпич, прокат) или местные (лесоматериалы, камни и т.п.) строительные материалы.

Под противорадиационные укрытия приспособляются все пригодные для этой цели заглубленные помещения: подвалы, погребы, овощехранилища, подземные выработки и пещеры, а также помещения в наземных зданиях, имеющих стены из материалов, обладающих необходимыми защитными свойствами.

Для повышения защитных свойств в помещении заделывают оконные и дополнительные дверные проемы, насыпают слой грунта на перекрытия и делают, если нужно, грунтовую подсыпку снаружи у стен, выступающих над поверхностью земли.

Герметизация помещений достигается: тщательной заделкой трещин, щелей и отверстий в стенах и потолке, в местах примыкания оконных и дверных

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

проемов, ввода отопительных и водопроводных труб, подгонкой дверей и обивкой их войлоком с уплотнением притвора валиком из войлока или другой мягкой плотной ткани.

Укрытия вместимостью до 30 человек проветриваются естественным путем через приточный и вытяжной короба. На наружных выводах вентиляционных коробах делают козырьки, а на вводе - плотно пригнанные заслонки, которые закрывают на время угрозы выпадения радиоактивных осадков. Внутреннее оборудование укрытий аналогично оборудованию убежища.

В приспособляемых под укрытия помещениях, не оборудованных водопроводом и канализацией, устанавливают бачки для воды из расчета 3-4 л на одного человека в сутки, туалет с выносной тарой или выгребной ямой. Кроме того, в укрытии устанавливают скамьи, стеллажи или лари для продовольствия.

Освещение осуществляется от наружной электросети или переносными электрическими фонарями.

Дооборудование подвальных этажей и внутренних помещений зданий повышает их защитные свойства в несколько десятков или даже сотен раз. Так, коэффициент защиты оборудованных подвалов деревянных домов повышается примерно до 100, каменных домов - до 1000. Необорудованные погреба ослабляют радиацию в 7-12 раз, а оборудованные - в 350-400 раз.

Укрытия простейшего типа. К простейшим укрытиям относятся щели, открытые и перекрытые. Щели строятся самим населением с использованием подручных материалов.

Простейшие укрытия обладают достаточно надежными защитными свойствами. Так, открытая щель в 1,2-2 раза снижает вероятность поражения ударной волной, световым излучением и проникающей радиацией, в 2-3 раза повышает защиту от облучения в зоне радиационного заражения. Перекрытая щель полностью защищает от светового излучения, снижает воздействие ударной волны - в 2,5-3 раза, а проникающей радиации и радиоактивного излучения - в 200-300 раз. Она предохраняет также от непосредственного попадания на одежду и кожу радиоактивных отравляющих веществ и биологических средств.

Место для строительства щелей выбирают на незаваливаемых участках, то есть расстояние до щели от наземных зданий должно на 15-20 м превышать их высоту, на территории, не затопляемой талыми и дождевыми водами. Щель первоначально устраивают открытой. Она представляет собой зигзагообразную траншею в виде нескольких прямолинейных участков длиной не более 15 м.

Глубина - 1,8-2 м, ширина по верху - 1,1-1,2 м, по дну до 0,8 м. Длина щели определяется из расчета 0,5-0,6 м на одного человека. Обычная вместимость щели 10-15 человек, наибольшая - 50 человек.

Строительство щели начинают с разбивки и трассировки (обозначения) ее плана на местности. Вначале провешивают базисную линию, на ней откладывают общую длину щели. Затем влево и вправо откладывают половинные размеры ширины щели по верху. В местах изломов забивают колышки, между ними натягивают трассировочные шнуры и отрывают канавки глубиной 5-7 см.

Отрывку начинают не по всей ширине, а несколько отступив внутрь от линии трассировки. По мере углубления постепенно подравнивают откосы щели и

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

доводят ее до требуемых размеров. В дальнейшем стенки щели укрепляют досками, жердями, камышом или другими подручными материалами. Затем щель перекрывают бревнами, шпалами или малогабаритными железобетонными плитами, а поверх кладут слой гидроизоляции, применяя толь, рубероид, хлорвиниловую пленку, или укладывают слой глины, а затем слой грунта толщиной 50-60 см.

Вход делают с одной или двух сторон под прямым углом к щели и оборудуют герметичной дверью и тамбуром, отделяя занавесом из плотной ткани место для укрываемых. Для вентиляции оборудуют приточный и вытяжной короба (или один вытяжной). Вдоль пола прорывают дренажную канавку с водосборным колодцем, расположенным при входе в щель.

8.7.2 Использование средств коллективной защиты

Каждый гражданин должен знать место расположения убежищ и других укрытий, которые находятся в радиусе 500 м от места проживания или работы.

Население укрывается в защитных сооружениях по сигналам (командам) органов по делам ГО и ЧС, а также самостоятельно - при непосредственной угрозе (химического, радиационного поражения).

Заполнять убежище (укрытие) нужно как можно быстрее, поэтому каждый должен знать местоположение закрепленного сооружения и пути подхода к нему.

Маршруты движения к защитным сооружениям выбираются из условия минимально возможного времени подхода к ним от места работы или места жительства укрываемых. Маршруты обозначаются указателями в местах, где обеспечивается хорошая видимость в дневное и ночное время (в ночное время указатели подсвечиваются с учетом требований по светомаскировке).

Заполнение защитных сооружений гражданской обороны осуществляется по сигналам гражданской обороны.

Для обеспечения готовности защитных сооружений к использованию в ЧС они обслуживаются персоналом в количестве 5-20 человек, в зависимости от вместимости убежища. Если убежище используется для коммунально-бытовых нужд, то два раза в год его оборудование расконсервируется, проверяется на работоспособность, а убежище на герметичность.

При угрозе ЧС на подготовку такого убежища отводится 12 часов. За это время убежище освобождается от имущества и оборудования, устанавливаются нары, проверяется на работоспособность оборудование, которое обеспечивает жизнедеятельность укрываемых людей, пополняются коллективные аптечки, баки заполняются водой, подключается радиоточка, телефонный аппарат, доукомплектовываются инструментом противопожарные щиты. Для заполнения убежища людьми открываются все входы.

В военное время в убежище закладываются продукты на 3 суток, в мирное время их берут с собой. В убежище (укрытие) люди должны приходить со средствами индивидуальной защиты органов дыхания, продуктами питания и личными документами. Нельзя приносить с собой громоздкие вещи, сильнопахнущие и воспламеняющиеся вещества, приводить домашних животных.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

В защитном сооружении запрещается ходить без надобности, шуметь, курить, выходить наружу без разрешения коменданта (старшего), самостоятельно включать и выключать электроосвещение, инженерные агрегаты, открывать защитно-герметические двери, а также зажигать керосиновые лампы, свечи, фонари.

Аварийные источники освещения применяются только по разрешению коменданта укрытия на ограниченное время в случае крайней необходимости.

Укрываемые должны строго выполнять все распоряжения звена по обслуживанию убежища (укрытия), соблюдать правила внутреннего распорядка, оказывать посильную помощь больным, инвалидам, женщинами и детям.

В соответствии с правилами техники безопасности запрещается прикасаться к электрооборудованию, баллонам со сжатым воздухом и кислородом, входить в помещения, где установлены дизельная электростанция и фильтровентиляционный агрегат. Однако в случае необходимости комендант или командир звена может привлечь укрываемых людей к помощи по устранению неисправностей инженерно-технического оборудования, поддержанию чистоты и порядка в помещениях. В убежище можно читать, слушать радио, беседовать, играть в тихие игры.

Населению, укрываемому в защитных сооружениях гражданской обороны по месту жительства, рекомендуется иметь при себе необходимый запас продуктов питания (на 2 суток).

Укрываемые в защитных сооружениях гражданской обороны размещаются группами по производственному или территориальному признаку (цех, участок, бригада, дом). Места размещения групп обозначаются табличками (указателями).

В каждой группе назначается старший.

Укрываемые с детьми (до 10 лет) размещаются в отдельных помещениях или в специально отведенных для них местах.

Укрываемые размещаются на нарах. При оборудовании защитных сооружений ГО двухъярусными или трехъярусными нарами устанавливается очередность пользования местами для лежания. В помещениях для укрываемых ежедневно производится двухразовая уборка помещений силами укрываемых по распоряжению старших групп. Особое внимание обращается на обработку санитарных узлов, контейнеров с бытовым мусором и пищевыми отходами дезинфицирующим раствором и соблюдение укрываемыми правил личной гигиены.

Персонал, обслуживающий убежище, должен обеспечить контроль воздушной среды в убежище. Перед заполнением убежища людьми оно должно быть проветрено, а после заполнения людьми, особенно когда убежище переполнено, в нем должно поддерживаться необходимое количество кислорода 17% и углекислого газа не более 30 мг/м^3 , при этом температура должна быть в пределах 10-31 $^{\circ}\text{C}$.

Пребывание в переполненном людьми убежище должно быть непродолжительным, так как из-за увеличения влажности, содержания углекислого газа может наступить ухудшение состояния здоровья, прежде всего людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Поэтому медперсонал убежища

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

должен быть готов оказать медицинскую помощь.

Оповещение укрываемых об обстановке вне защитного сооружения гражданской обороны и о поступающих сигналах и командах осуществляется командиром группы (звена) по обслуживанию защитного сооружения или непосредственно органом управления по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям (района, города, республики).

8.7.3 Средства индивидуальной защиты населения

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) - предназначены для защиты от попадания внутрь организма, на кожные покровы и одежду радиоактивных и отравляющих веществ, бактериальных средств.

Они делятся на СИЗ органов дыхания и кожи. К ним относятся также индивидуальный противохимический пакет и индивидуальная аптечка.

К средствам защиты органов дыхания относятся:

- Противогазы
- Респираторы
- Противопыльная тканевая маска
- Ватно-марлевая повязка

Основным средством защиты является противогаз, предназначенный для защиты органов дыхания, лица и глаз человека от воздействия отравляющих веществ в виде пара, радиоактивных веществ, болезнетворных микробов и токсинов.

По принципу действия противогазы подразделяются на фильтрующие и изолирующие.

Фильтрующие подают в зону дыхания очищенный от примесей воздух рабочей зоны, изолирующие – воздух из специальных емкостей или из чистого пространства, расположенного вне рабочей зоны.

Изолирующие средства защиты должны применяться в следующих случаях: в условиях возникновения недостатка кислорода во вдыхаемом воздухе; в условиях загрязнения воздуха в больших концентрациях или в случае, когда концентрация загрязнения неизвестна; в условиях, когда нет фильтра, который может предохранить от загрязнения; в случае если выполняется тяжелая работа, когда дыхание через фильтрующие СИЗОД затруднено из-за сопротивления фильтра.

В случае если нет необходимости в изолирующих средствах защиты, нужно использовать фильтрующие средства. Преимущества фильтрующих средств заключаются в легкости, свободе движений для работника; простоте решения при смене рабочего места.

Недостатки фильтрующих средств заключаются в следующем: фильтры обладают ограниченным сроком годности; затрудненность дыхания из-за сопротивления фильтра; ограниченность работы с применением фильтра по

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

времени, если речь не идет о фильтрующей маске, которая снабжена поддувом.

Не следует работать с использованием фильтрующих СИЗОД более 3 ч в течение рабочего дня. Гражданские противогазы накапливаются на складах длительного хранения и текущего довольствия. Гарантийный срок хранения противогаза 10 лет. Специальная комиссия может продлить срок хранения противогаза еще на 2,5 года. Противогазы выдаются в угрожаемый период.

Организуется один пункт выдачи на 2000 человек. Максимальный срок выдачи населению одни сутки. Скорость выдачи 180-200 противогазов в час. Работающим и учащимся СИЗ выдают по месту работы или учебы, неработающим – по месту жительства.

Противопылевой респиратор применяется для защиты органов дыхания от пыли. Он может быть использован при действии в очаге бактериологического заражения для защиты от бактериальных аэрозолей. Респиратор представляет собой фильтрующую полумаску, снабженную двумя вдыхательными и одним выдыхательным клапанами.

Противопыльные тканевые маски состоят из корпуса и крепления. Корпус делается из 4-5 слоев ткани. Для верхнего слоя пригодны бязь, штапельное полотно, трикотаж; для внутренних слоев – фланель, хлопчатобумажная или шерстяная ткань с начесом.

Для ватно-марлевой повязки используют кусок марли размером 100 на 50 см. На его середину накладывают слой ваты размером 100 на 50 см. При отсутствии маски и повязки можно использовать сложенную в несколько слоев ткань, полотенце, платок, шарф и т.д.

Изолирующие средства защиты кожи изготавливаются из воздухо непроницаемых, эластичных морозостойких материалов в виде комплекта (комбинезон или плащ-накидка, перчатки и чулки или сапоги). Используются они во время проведения работ в условиях сильного заражения РВ, ОВ и БС при проведении специальной обработки.

Спецодежда служит для предохранения тела работающих от неблагоприятного воздействия механических, физических и химических факторов производственной среды. Спецодежда должна надежно защищать от вредного производственного фактора, не нарушать нормальной терморегуляции организма, обеспечивать свободу движений, удобство ношения и хорошо очищаться от загрязнений, не изменяя при этом своих свойств.

Специальная обувь должна защищать ноги работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов. Спецобувь изготавливают из кожи и кожзаменителей, плотных хлопчатобумажных тканей с полехлорвениловым покрытием, резины. Вместо кожаной подошвы часто применяют кожзаменитель, резину и др.

В химических производствах, где применяют кислоты, щелочи и другие агрессивные вещества, пользуются резиновой обувью. Широко применяют

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

также пластмассовые сапоги из смеси полевинилхлоридных смол и синтетических каучуков. Для защиты стопы от повреждений, связанных с падением на ноги отливок ипоковок обувь снабжают стальным носком, выдерживающим удар до 20 килограмм.

Защитные дерматологические средства служат для предупреждения заболеваний кожи при воздействии некоторых вредных производственных факторов. Эти защитные средства выпускают в виде мазей или паст, которые по назначению делятся на: мази и пасты для защиты от нефтепродуктов, растворители различных углеводов, жиров, масел, лаков, красок и других органических веществ; мази и пасты от защиты от воды, водных растворов кислот, щелочей, солей, охлаждающих водомасленных эмульсий.

К медицинским средствам индивидуальной защиты относятся:

- аптечка индивидуальная (АИ-2);
- индивидуальный противохимический пакет ИПП – 8, 10;
- пакет перевязочный индивидуальный (ПП).

Аптечка индивидуальная(АИ-2). Она представляет собой пластмассовый футляр оранжевого цвета, в который вложены пеналы с лекарственными средствами и шприц-тюбик с антидотом.

Индивидуальный противохимический пакет используется для санитарной обработки открытых участков кожи и прилегающих к ним участков одежды путем обеззараживания попавших на них капельно-жидких или туманообразных ОВ и бактериальных аэрозолей. Пакет содержит флакон с полидегазирующей жидкостью, способной обезвреживать ОВ и 4 ватно-марлевых салфетки, заключенных в герметичный пакет. Эффективность санитарной обработки высока, если дегазирующий раствор применять сразу после попадания капель ОВ на кожные покровы.

Пакет перевязочный индивидуальный предназначен для оказания помощи при ранениях и ожогах. Он состоит из бинта и двух ватно-марлевых подушечек.

Вывод по разделу восемь:

Проведен анализ производственных и экологических опасностей, из которого следует, что при работе персонала, обслуживающего пресс, вредными и опасными производственными факторами являются:

- физические факторы;
- психофизиологические факторы.

Приведены основные меры и средства защиты от поражения током, проведен расчет заземления, которое удовлетворяет требованиям ПУЭ. Обязательным условием допуска персонала к работе является его профессиональная подготовка, соответствующая характеру выполняемых работ.

Оговорены допустимые эргономические параметры рабочего места для оператора прессы, выполняющего работу за центральным пультом управления и операторской панелью.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

Для ликвидации пожаров применяется:

- газовые углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8;
- ящики с песком;
- необходимый пожарный инвентарь.

С экологической точки зрения работа прессы не представляет опасности, но продукты системы автоматике, вышедшие из строя, следует утилизировать как бытовые отходы.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе проведена модернизация автоматизированной системы управления пресса БА-1642, путем замены оборудования управления на современное, микропроцессорное. Благодаря установке ПЛК, снижается время обслуживания пресса, связанное с ремонтом и наладкой системы автоматики.

На основе алгоритма разработано и проверено в программном пакете «Vissim» математическое описание.

Составлены требования к новой системе управления. На основании этих требований и особенностей технологического процесса, выбрано основное оборудование системы.

На основании технической документации к программируемому контроллеру, дополнительным модулям, панели оператора разработана принципиальная схема питания контроллера и схемы подключения входных/выходных сигналов и программное обеспечение для этого оборудования.

В экономической части произведен расчет капитальных вложений, они составили 265978 руб. Экономический эффект от модернизации системы составил 1145222 руб. Срок окупаемости проекта 0,18 года или 2,1 месяца.

Рассмотрены вопросы охраны труда, экологической безопасности, гражданской обороны.

Результаты выпускной квалификационной работы в настоящее время переданы инженерам отдела автоматизации, которые занимаются вопросом модернизации автоматизированной системы управления пресса БА-1642.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ашинский металлургический завод: <http://www.amet.ru>
2. БА1642.400.РЭ – Техническая документация.
3. Микросхемы серии К511 / Б. Воронин, С. Якубовский // Радио. – 1976. № 9. – С. 58-59.
4. Унифицированные модули матричной логики серии М: техническое описание и инструкция по эксплуатации – ОЛХ.140.087, издание 1.
5. Руководство пользователя контроллера DL06: Номер руководства D0-06USER-M-RUS Часть 1 – www.plcsystems.ru.
6. Промышленная автоматизация Siemens - <http://www.automation-drives.ru/>
7. Овен – оборудование для автоматизации - <http://www.owen.ru/>
8. Металлургический брикет - http://briquet.ru/newpublications/metall_magazine.html
9. ГОСТ 34.602-89. Техническое задание на создание автоматизированной системы (Взамен ГОСТ 24.201-85).
10. <http://www.rusavtomatika.com/weintek/EasyBuilder8000.php>
11. Челябинская энциклопедия./Под ред. М. А. Тарынина, В. Г. Глыбовского. Челябинск, 1994.
12. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. Трофимова С. Н., Чуманов В. И., Шишимиров В. А. — Челябинск: Изд. ЮурГУ, 2003.
13. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. М.: ЭНАС, 2001.
14. ИНСТРУКЦИЯ по охране труда для пользователей и операторов персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ) и видеодисплейных терминалов (ВДТ) № Э-12-99.
15. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: Учебное пособие для вузов. Кукин П.П., Лапин В.Л., Подгорных Е.А. М.: Высшая школа, 1999.
16. Экология - <http://ecologylib.ru/books/item/f00/s00/z0000000/st007.shtml>
17. ГН 2.2.5.1313-03. ГН 2.2.5.1313-03 «Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».
18. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
19. Кирилов, В.Е. Студентам электрических специальностей для подготовки экономического раздела дипломного проекта: метод. указания. – Челябинск: 2010. –33 с.
20. Организационная и экономическая часть дипломного проекта: Учебное пособие для студентов. Мохов В.Г. Челябинск: ЧПИ, 1986.

					15.03.04.2017.106.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

ПРИЛОЖЕНИЕ А

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРЕССА БА-1642. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Функция	Операция		Полуавтомат	
YV20	Смазка пресс-камеры		YV20-Sb59	
YV2	Короб вверх		YV2-SA61*Sb47*SQ3*SQ6*SQ9*SQ14*YV2*KT2-I	
YV4A	Закрытие крышки		YV4A-Sb48*YV3A-YV4A*KT2-I-SA61*SQ5*YV5-SA61*SQ5*y2*YV10A	
YV5	Поперечное прессование		YV5-SA63*SQ5*YV6*y2-YV5*KT2-I-SA61*y2*YV10A-SA61*Sb49*SQ5	
YV10A	Продольное прессование		YV10A-SA63*y2*SQ8*YV9A-YV10A*KT2-I*y9-SA63*SQ15*y9*YV9A	
YV17	Разгрузка системы		YV17-KT2	
YV7	Открытие затвора		YV7-SA63*y6*YV8-SA61*y8*KT2-I * YV7-SA61*y6*YV10A+SA61*y8*YV9A*T3	
YV10A	Выталкивание пакета		YV10A-SA63*SQ15*y9*YV9A-YV10A*KT2-I*y9	
YV9A	Отвод продольного прессования		YV9A-y9*SQ9-SA61*T3	
YV8	Закрытие затвора		YV8-SA63*y4*y8-YV8*y2*KT2-I	
YV6	Отвод поперечного прессования		YV6-y9*SQ8-SA61*T3-SA61*SQ55*SQ5*YV6*y9*KT2-I	
YV3A	Открытие крышки		YV3A-SA61*SQ7*y9*YV4A-Sb56*SQ3*YV3A*KT2-I-SA61*T3	
YV3	Сливной клапан штоковой полости крышки		YV3-SA61*YV4*YV4A-SA61*SQ13*YV4*YV3	
YV4	Напорный клапан штоковой полости крышки		YV4-SA61*y*SQ4*YV4A*YV3A*T3	
YV5A	Напорный клапан обратного хода поперечного прессования		YV5A-SA61*y*SQ8*YV5*YV10A*YV6*T3	
YV6A	Сливной клапан обратного хода поперечного прессования		YV6A-SA61*YV5A*YV5-SA61*SQ15*YV5A*YV6A	
YV9	Сливной клапан обратного хода продольного прессования		YV9-YV10A*T3	
YV10	Напорный клапан обратного хода продольного прессования		YV10-YV9A*T3	
YV18	Сливной клапан поперечного прессования		YV18-YV6*T3	
YV19	Сливной клапан продольного прессования		YV19-YV9A*T3	
YV11	Включение эл. магнитов гидропереключателей агрегатов	Агрегат 1	Насос 1	YA11-Sb91*Sb92*SA61*y7-Sb91*Sb93*SA61*y7
YV12			Насос 2	YA12-Sb91*Sb92*KT1-I-Sb91*Sb93*SA61*y5*KT1-I
YV13		Агрегат 2	Насос 3	YA13-Sb91*Sb92*SA61*y7-Sb92*Sb93*SA61*y7
YV14			Насос 4	YA14-Sb91*Sb92*SA61*y5*KT1-I-Sb92*Sb93*KT1-I
YV15		Агрегат 3	Насос 5	YA15-Sb92*Sb93*SA61*y7-Sb91*Sb93*SA61*y7
YV16			Насос 6	YA16-Sb91*Sb93*KT1-I-Sb92*Sb93*SA61*y5*KT1-I
y	Конец форсированного хода крышки и поперечного прессования		y-SA61*SP3-SA61*y*SQ4*YV4A-SA61*SQ8*y*YV5	
y1	Пакет спрессован		y1-T3-SA61*y1*SQ13	
y2	Разрешение на разгрузку системы		y2-T3-SA61*y2*SQ3	
y3	Регулирование производительности агрегатов		y3-SA61*SP1min-SA61*SP1max*y3	
y4	Стоп операции		y4-Sb60-SA61*Sb48*Sb49*Sb50*Sb51*Sb52*Sb53*Sb54*Sb55*Sb56*Sb58*y4*Sb47	
y5	Торможение крышки поперечного и продольного прессования		y5-SA61*SQ4*SQ5*YV4A-SA61*SQ9*SQ10*YV9A-SA61*SQ6*SQ7*YV6-SA61*SQ15*YV7-SA61*SQ12*YV9A-SA61*SQ16*SQ3*YV3A-SA61*YV2	
y6	Прессование по длине закончено		y6-SA61*T3*YV10A-SA61*SQ10*y6	
y7	Включение эл. магнитов гидропереключателей насосов нечетной группы		y7-KT1-I*y3*y4*y5*YV4A-KT1-I*y3*y4*y5*YV5-KT1-I*y3*y4*T3*YV10A-KT1-I*y3*y4*y5*YV9A	
y8	Включение затвора на закрытие		y8-SA61*SQ11*SQ15*YV9A-SA61*T3*y8-SA61*SQ9*YV2	
y9	Пакет вытолкнут Разрешение на обход развод механизмов		y9-SA63*T2*SQ13-SA61*SQ3*y9	
T1	Включение эл. магнитов гидропереключателей насосов четной группы		T1-SQ2*Sb47*YV2-SA61*SQ5*y4*YV4A-SA61*SQ5*SQ8*y4*YV5-SA61*y2*y4*YV10A-SA61*T3*SQ15*y4*YV7-SA61*SQ13*y4*YV10A*SQ15-SA61*SQ6*y4*y8*YV6-SA61*SQ3*y4*y8*YV3A-Sb56*SQ3*YV3A-Sb49*YV5-Sb55*YV6	
T2	Задержка на отключение эл. магнитов механизмов пресса		T2-KT1-I	
T3	Пакет спрессован		T3-SA61*SQ14*SP2*YV10A-SA52*SA61*SQ14*SQ11*YV10A-T3*KT3-I	

Рисунок А.1 – Математическое описание – режим «полуавтоматический»

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Функция	Операция		Ручной
YV20	Смазка пресс-камеры		YV20-Sb59
YV2	Короб двери		YV2-SA61*Sb47*SQ3*SQ6*SQ9*SQ14+YV2*KT2-I
YV4A	Закрытие крышки		YV4A-Sb48*YV3A+YV4A*KT2-I-SA61*SQ5*YV5-SA61*SQ5*y2*YV10A
YV5	Поперечное прессование		YV5-SA63*Sb49*YV8-YV5*KT2-I-SA61*y2*YV10A
YV10A	Продольное прессование		YV10A-SA63*Sb50*YV9A*SQ5*SQ8*SQ14+YV10A*KT2-I*y9-SA63*Sb52*SQ15*YV9A
YV17	Разгрузка системы		YV17-KT2
YV7	Открытие затвора		YV7-SA63*Sb51*YV8-SA61*y6*YV10A-SA61*y8*KT2-I*YV7-SA63*y8*YV9A*T3
YV10A	Выталкивание пакета		YV10A-SA63*Sb52*SQ15*YV9A*y2-YV10A*KT2-I*y9
YV9A	Отвод продольного прессования		YV9A-SA63*Sb53*SQ15*YV10A*y9*SQ9-YV9A*KT2-I*y9-SA61*T3
YV8	Закрытие затвора		YV8-SA62*Sb54*y4*y8-y9*y8-YV8*y2*KT2-I
YV6	Отвод поперечного прессования		YV6-SA63*Sb55*YV5-y9*SQ6-YV6*y9*KT2-I-SA61*Sb55*SQ5-SA61*T3
YV3A	Открытие крышки		YV3A-SA61*SQ7*y9*YV4A-Sb56*SQ3-YV3A*KT2-I-SA61*T3
YV3	Сливной клапан штоковой полости крышки		YV3-SA61*YV4*YV4A-SA61*SQ13*YV4*YV3
YV4	Напорный клапан штоковой полости крышки		YV4-SA61*y*SQ4*YV4A-YV3A*T3
YV5A	Напорный клапан обратного хода поперечного прессования		YV5A-SA61*y*SQ8*YV5*YV10A-YV6*T3
YV6A	Сливной клапан обратного хода поперечного прессования		YV6A-SA61*YV5A*YV5-SA61*SQ15*YV5A*YV6A
YV9	Сливной клапан обратного хода продольного прессования		YV9-YV10A*T3
YV10	Напорный клапан обратного хода продольного прессования		YV10-YV9A*T3
YV18	Сливной клапан поперечного прессования		YV18-YV6*T3
YV19	Сливной клапан продольного прессования		YV19-YV9A*T3
YV11	Включение эл магнитов гидропереключателей агрегатов	Агрегат 1	Насос 1 YA11-Sb91*Sb92*SA61*y7-Sb91*Sb93*SA61*y7
YV12		Насос 2 YA12-Sb91*Sb92*KT1-I-Sb91*Sb93*SA61*y5*KT1-I	
YV13		Агрегат 2	Насос 3 YA13-Sb91*Sb92*SA61*y7-Sb92*Sb93*SA61*y7
YV14		Насос 4 YA14-Sb91*Sb92*SA61*y5*KT1-I-Sb92*Sb93*KT1-I	
YV15		Агрегат 3	Насос 5 YA15-Sb92*Sb93*SA61*y7-Sb91*Sb93*SA61*y7
YV16		Насос 6 YA16-Sb91*Sb93*KT1-I-Sb92*Sb93*SA61*y5*KT1-I	
y	Конец форсированного хода крышки и поперечного прессования		y-SA61*SP3-SA61*y*SQ4*YV4A-SA61*SQ8*y*YV5
y1	Пакет спрессован		y1-T3-SA61*y1*SQ13
y2	Разрешение на разгрузку системы		y2-T3-SA61*y2*SQ3
y3	Регулирование производительности агрегатов		y3-SA61*SP1min-SA61*SP1max*y3
y4	Стоп операции		y4-Sb60-SA61*Sb48*Sb49*Sb50*Sb51*Sb52*Sb53*Sb54*Sb55*Sb56*Sb58*y4*Sb47
y5	Торможение крышки поперечного и продольного прессования		y5-SA61*SQ4*SQ5*YV4A-SA61*SQ9*SQ10*YV9A-SA61*SQ6*SQ7*YV6-SA61*SQ15*YV7-SA61*SQ12*YV9A-SA61*SQ16*SQ3*YV3A-SA61*YV2
y6	Прессование по длине закончено		y6-SA61*T3*YV10A-SA61*SQ10*y6
y7	Включение эл магнитов гидропереключателей насосов нечетной группы		y7-KT1-I*y3*y4*y5*YV4A-KT1-I*y3*y4*y5*YV5-KT1-I*y3*y4*T3*YV10A+KT1-I*y3*y4*y5*YV9A
y8	Включение затвора на закрытие		y8-SA61*SQ11*SQ15*YV9A-SA61*T3*y8-SA61*SQ9*YV2
y9	Пакет вытолкнут. Разрешение на обратный развод механизмов		y9-SA62*Sb58*SQ13-SA61*SQ13*y9
T1	Включение эл магнитов гидропереключателей насосов четной группы		T1-SQ2*Sb47*YV2-SA61*SQ5*y4*YV4A-SA61*SQ5*SQ8*y4*YV5-SA61*y2*y4*YV10A-SA61*T3*SQ15*y4*YV7-SA61*SQ13*y4*YV10A*SQ15-SA61*SQ9*y4*YV9A-SA61*SQ14*y4*YV8-SA61*SQ6*y4*y6*YV6+SA61*SQ3*y4*y6*YV3A-Sb56*SQ3*YV3A-Sb49*YV5-Sb55*YV6
T2	Задержка на отключение эл магнитов механизмов пресса		T2-KT1-I
T3	Пакет спрессован		T3-SA61*SQ14*SP2*YV10A-SA5.2*SA61*SQ14*SQ11*YV10A-T3*KT3-I

Рисунок А.2 – Математическое описание – режим «ручной»

ПРОДОЛЖЕНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ А

Функция	Операция		Наводка	Сигнализация	
HL1	Исходное положение			HL22-SQ3*SQ6*SQ9*SQ14-HL33	
YV20	Смазка пресс-камеры		YV20-Sb59	-	
YV2	Караб вверх		YV2-SA6 1*Sb4 7*YV2*KT2-I	HL32-SQ2	
YV4A	Закрытие крышки		YV4A-SB48*YV3A*YV4A*KT2-I	HL23-SQ5	
YV5	Поперечное прессование		YV5-SA6 3*Sb4 9*YV6*YV5*KT2-I	HL24-SQ8	
YV10A	Продольное прессование		YV10A-SA6 3*Sb50*YV9A*YV10A*KT2-I*y9	HL25-y1	
YV17	Разгрузка системы		YV17-KT1-I		
YV7	Открытие затвора		YV7-SA6 3*Sb51*YV8*YV7*KT2-I*SA6 1	HL26-SQ15	
YV10A	Выталкивание пакета		YV10A-SA6 3*Sb52*SQ15*YV9A*YV10A*KT2-I*y9	HL27-SQ13	
YV9A	Отвод продольного прессования		YV9A-SA6 3*Sb53*SQ15*YV10A*YV9A*KT2-I*y9	HL28-SQ9	
YV8	Закрытие затвора		YV8-SA6 1*Sb54*SQ9*YV8*y2*KT2-I	HL29-SQ14	
YV6	Отвод поперечного прессования		YV6-SA6 3*Sb55*YV5*YV6*y9*KT2-I	HL30-SQ6	
YV3A	Открытие крышки		YV3A-Sb56*SQ3*YV3A*KT2-I	HL31-SQ3	
YV3	Сливной клапан штоковой полости крышки		YV3-SA6 1*YV4A	-	
YV4	Напорный клапан штоковой полости крышки		YV4-YV3A*T3	-	
YV5A	Напорный клапан обратного хода поперечного прессования		YV5A*YV6*T3	-	
YV6A	Сливной клапан обратного хода поперечного прессования		YV6A-SA6 1*YV5	-	
YV9	Сливной клапан обратного хода продольного прессования		YV9-YV10A*T3	-	
YV10	Напорный клапан обратного хода продольного прессования		YV10-YV9A*T3	-	
YV18	Сливной клапан поперечного прессования		YV18*YV6*T3	-	
YV19	Сливной клапан продольного прессования		YV19-YV9A*T3	-	
YV11	Включение эл магнитов гидрорелеклячателей агрегатов	Агрегат 1	Насос 1	-	-
YV12			Насос 2	YA12-Sb91*Sb92*KT1-I	-
YV13		Агрегат 2	Насос 3	-	-
YV14			Насос 4	YA14-Sb92*Sb93*KT1-I	-
YV15		Агрегат 3	Насос 5	-	-
YV16			Насос 6	YA16-Sb91*Sb93*KT1-I	-
y	Конец форсированного хода крышки и поперечного прессования		-	-	
y1	Пакет спрессован		-	-	
y2	Разрешение на разгрузку системы		-	-	
y3	Регулирование производительности агрегатов		-	-	
y4	Стоп операции		-	-	
y5	Торможение крышки поперечного и продольного прессования		-	-	
y6	Прессование по длине закончено		-	-	
y7	Включение эл магнитов гидрорелеклячателей насосов нечетной группы		-	-	
y8	Включение затвора на закрытие		-	-	
y9	Пакет вытолкнут. Разрешение на общий развод механизмов		-	-	
T1	Включение эл магнитов гидрорелеклячателей насосов четной группы		T1-SQ2*Sb4 7*YV2-SA6 1*Sb4 8*YV4A-Sb4 9*YV5-SA6 1*Sb50*YV10A*y3-SA6 1*Sb51*YV7-SA6 1*SQ15*Sb52*YV10A*y3-SA6 1*Sb53*YV9A-SA6 1*Sb54*SQ9*YV8-Sb55*YV6-Sb56*SQ3*YV3A		
T2	Задержка на отключение эл магнитов механизмов пресса		T2-KT1-I	-	
T3	Пакет спрессован		-	-	

Рисунок А.3 – Математическое описание – режим «наводка» и сигнализация

