

Аннотация

В данной бакалаврской работе сконструирована автоматизированная система управления токарным станком револьверного типа модели 1341М, произведена замена электропривода главного движения станка на более современный.

В первом разделе произведен анализ предыдущих разработок. Во втором разделе описана система управления производством, на котором предусматривается использование токарного станка. В третьем, четвертом и пятом разделах произведена разработка функциональной и принципиальной схемы станка, а также алгоритм работы системы управления станком. В шестом и седьмом разделах рассчитаны фильтр помех и электропривод станка.

Модернизация станка позволила увеличить объем производимых деталей, отказаться от ручного труда, повысить квалификацию рабочих.

Пояснительная записка состоит из 67 листов. Графический материал представлен на 6 листах формата А1.

Содержание

Введение	4
1. Анализ предыдущих разработок	
2. Описание системы автоматического управления производством	13
3. Разработка системы управления станком типа 1341М	
17	
3.1 Разработка функциональной схемы	
17	
3.2 Описание расположения электрооборудования на станке 1341М	
22	
3.3 Выбор элементной базы для модернизации	
24	
3.4 Описание модулей ADAM и его программного обеспечения	
27	
4. Разработка электрической принципиальной схемы станка	
32	
5. Разработка алгоритма работы	
38	
5.1 Алгоритм программы для запуска команды на инициализацию станков	
38	
5.2 Инициализация станка 1341М	
39	
5.3 Описание алгоритма работы станка	
40	
5.4 Разработка интерфейса программы оператора	
41	
5.5 Разработка программы САУП	
45	
6. Расчет фильтра помех	
49	
6.1 Расчет фильтра помех датчиков уровня	
49	
6.2 Расчет фильтра помех концевых ограничителей	
50	
6.3 Расчет фильтра помех блока кнопок	
51	

7. Расчет асинхронного электропривода главного движения	
53	
7.1 Основные элементы силового канала электропривода	
53	
7.2 Расчёт параметров асинхронного двигателя	
55	
7.3 Расчет элементов и выбор типа преобразователя частоты	
58	
Заключение	
64	
Список используемой литературы	
65	

Введение

Токарная металлообработка является одним из основных видов работ в машиностроении. Немалая номенклатура изделий присутствует в современном производстве. Изготовление деталей на токарных станках занимает большое количество времени и труда.

Время изготовления деталей складывается из времени технологических операций и времени межоперационного простоя. В следствие технологичности производства никак нельзя уменьшить время на изготовление детали из-за технологии изготовления, так как изменение технологии может повлечь быстрый износ режущего инструмента и даже поломку. Но сократить общее время на изготовление партии деталей возможно только уменьшив время между операциями обработки металла, сократив подготовительно заготовительное время и время обработки заказа, в конечном итоге мы сократим общее время изготовления деталей на партию. Много времени уходит на доставку информации о неполадках оборудования и на устранение.

Сокращение времени на контроль выпускаемых деталей, контроль состояния оборудования, времени доставки информации о состоянии участка может взять на себя автоматизированная система управления производством. Внедрение такой системы на механическом участке дает возможность увеличить выпуск продукции при этом не увеличивая количество единиц оборудования и рабочего штата.

Появление на российском рынке технологических и программных средств ведущих мировых фирм в области автоматизации позволило создать в короткие сроки и с минимальными затратами простую в эксплуатации и надежную систему. Её основой является технологическая сеть RS –485 с подключенными к ней персональными компьютерами, контроллерами ADAM и модулями ввода и вывода фирмы Advantech и датчиками вывода информации о состоянии оборудования и расходных материалов. С точки зрения автоматизации система управления токарным станком представляет собой объект, с которого снимается информация о его состоянии и выдаются сигналы для управления оборудованием, установленные на нем.

1 Анализ предыдущих разработок

В связи со стремительным развитием электронных технологий на западе и других стран (Япония, Тайвань...) они заняли лидирующие положение в этой области. Российские технологии в области автоматизации производства и станкостроения мало изменились за последний период.

В 2000х годах отмечался период интенсивного сотрудничества с зарубежными производителями систем автоматизации, систем сбора данных и управления, разрабатывались способы и методы объединения в одну систему оборудования различных производителей.

Лидирующее положение до сегодняшнего времени занимают изделия фирм Advantech, APC, M-System, Omron, Planar, Siemens, VMIC и др.

Технологии систем автоматизации в России тем не менее развиваются. В данном разделе мы рассмотрим некоторые разработанные системы и произведем их сравнительный анализ.

В соответствии с проведенным поиском был обнаружен патент на металлорежущий станок с числовым программным управлением. Отличается данный станок тем, что в нем за счет конструкции увеличена точность настройки на 20%. Это способствует повышению производительности труда. Наличие в конструкции ползуна является преимуществом данного станка поскольку имеется возможность его перемещать по сигналам системы управления. Еще одним преимуществом данного станка является возможность автоматической смены инструмента.

Наряду с достоинствами данная схема имеет следующие недостатки :

- ЧПУ станка имеет большой объем;
- наличие ЧПУ не обеспечивает полную автоматизацию;
- повышенное энергопотребление системы управления.

Известно изобретение устройства шагового перемещения, у которого имеется специализированная каретка с электромагнитным зажимом и предметным столом. Каретка осуществляет перемещение по направляющим от привода горизонтального перемещения. В данном изобретении происходит взаимодействие с электромагнитами. Отличие заключается в том, что за счет возможности дополнительного возвратно-поступательного перемещения каретки от привода осуществляется увеличение спектра возможностей устройства.

Таким образом существенным преимуществом данного устройства является более широкий спектр возможностей устройства с точки зрения технологического процесса перемещения.

К недостаткам данного устройства можно отнести трудоемкость изготовления и эксплуатации, достаточно существенные габаритные

размеры, определяемые наличием отдельных приносов для линейного перемещения кареток, а также наличием электронной системы управления данными шаговыми двигателями. Еще одним недостатком является низкая степень надежности, так как система управления очень восприимчива к воздействию электромагнитных помех, что приводит к возникновению потери шага.

В литературе также описаны приводы для координатных перемещений станков с числовым программным управлением, у которых в качестве основного исполнительного элемента применяются оборотные муфты, которые управляются с помощью электромагнитов.

В данной конструкции муфта находится под управлением двух электромагнитов, которые в свою очередь управляются электронной системой и угловым датчиком. Муфта расположена на ходовом винте. Вилка роликовой муфты имеет два выступа, размещенных смещенными на определенный угол, что позволяет увеличить скорость вращения при небольших шагах перемещения.

Система управления по сигналам с углового датчика, который расположен также как и муфта на ходовом винте, определяет моменты включения и отключения электромагнитов. При чем управление осуществляется таким образом, чтобы момент отключения последующего электромагнита происходило ранее нежели включение предыдущего. Такой закон управления обеспечивает определенный запас по времени на включение и отключение электромагнитов. И в конечном итоге повысить скорость вращения обгонной муфты при сохранении точности отработки угла перемещения.

С целью осуществления реверса вилка обгонной муфты имеет пару выступов, которые расположены с другой стороны, а также четыре электромагнита осуществляющих вращение в обратную сторону.

Недостатком данных приводов является то, что они не позволяют при малых перемещениях исполнительного элемента осуществлять большие скорости перемещения.

Существует изобретение серводвигателя, который выполнен в виде гидроцилиндра и является приводом подачи рабочего органа станка. Отличие его заключается в том, что его поршень имеет две упругие стенки, каждая из которых соединена с выходным зубчатым элементом привода. В этой конструкции данное соединение позволяет скорректировать перемещение от двигателя, осуществляющего привод движения. Сигнал коррекции преобразуется в импульсы давления в полостях двигателя. Таким образом происходит полное устранение люфтов в приводе.

Рассмотрим персональные и промышленные компьютеры, контроллеры ввода и вывода данных и системы которые могут дополнить или заменить морально устаревшие модели ЧПУ на промышленном оборудовании.

Промышленный компьютер Advantech – PPC – 153 является полнофункциональным высокоинтегрированным мультимедийным устройством. Он имеет 15 дюймовый жидкокристаллический дисплей, совместим с персональными компьютерами и позволяет решать широкий круг задач в области автоматизации производства, разработки систем управления транспортно-технологическими комплексами, а также в области систем управления гибкими производственными системами. Компьютер обладает высокопроизводительным процессором, дисплеем с высоким разрешением, четырьмя последовательными портами, двумя портами USB, а также контроллером Ethernet 100/10 Mbit для объединения в сеть.

Промышленный компьютер IPPC – 9120/9150 также обладает жидкокристаллическим 12/15 дюймовым дисплеем, процессором с тактовой частотой до 850МГц и является высокопроизводительным компьютером предназначенным для работы в тяжелых промышленных условиях эксплуатации. Данный компьютер обладает слотами для расширения, в которые есть возможность установки дополнительных модулей, что позволяет использовать компьютер с огромным числом разнообразного промышленного оборудования.

К достоинствам данного компьютера можно отнести незначительные габаритные размеры, высокую производительность и низкую стоимость.

В настоящее время существует огромное количество ноутбуков спроектированных и изготовленных непосредственно для промышленных целей. Одним из них является целая линейка ноутбуков фирмы MITAK. Материал корпуса данного ноутбука представляет собой специальный сплав, а сам корпус имеет резиновые уплотнители по углам, что повышает ее ударопрочность. Клавиатура ноутбука является резиновой, что повышает ее пылезащищенность и влагостойкость. При этом ноутбук обладает незначительной массой при достаточно большой производительности и не большими габаритными размерами.

Однако ноутбук обладает достаточно серьезным недостатком: в случае использования периферии осуществление его транспортирования оказывается трудновыполнимым.

Высокая стоимость готовых автоматизированных приборов и систем производства зарубежных специализированных фирм, а также низкая надежность и качество российских приборов, построенных на отечественной элементной базе, дают потребителям серьезный повод обращаться к

отечественным разработчикам, создающим свои изделия на базе высоконадежной модульной электроники промышленного назначения ведущих западных фирм.

В настоящее время на рынке электроники присутствует огромное количество контроллеров и промышленных компьютеров, что дает хорошую возможность для отечественных инженеров автоматизировать системы производства, модернизировать системы управления станками и производственным оборудованием.

Наличие специалистов по обслуживанию данной техники, программистов, большего количества готовых программных продуктов, близость разработчиков к заказчику, специфика российских производств, возможность тесного сотрудничества с заказчиком как при разработке, так и при последующих внедрении, гарантийном и послегарантийном обслуживании еще больше усиливают позиции российских разработчиков. Разумная техническая политика, направленная на создание открытых систем в сложившемся в России промышленном стандарте дает возможность существенно сократить сроки разработки и внедрения.

Для поддержания работоспособности производственных предприятий, увеличение выпуска деталей, сокращения расходов на модернизацию, изготовление оснастки, запасных частей, уникальных деталей, штампов, пресс-форм и т.д. необходимо разработать автоматизированную систему управления производственными процессами. Система должна представлять из себя персональный компьютер, контроллер, электронные платы ввода-вывода и соответственно программное обеспечение. Все это электронное оборудование необходимо внедрять в станки ЧПУ вместо морально устаревших систем управления.

Целью выпускной работы является разработка системы автоматизированного управления станками с ЧПУ и модернизация электропривода главного движения станка.

Система должна соответствовать следующим требованиям и обладать следующими возможностями:

- обеспечение обслуживающего персонала актуальными данными о функционировании оборудования;
- ускоренного анализа причин по которым возник тот или иной случай аварии или остановки, и, как следствие этого, сокращенные сроки ликвидации аварии;
- возможностью централизованной работы в составе технологического комплекса и всего производства в целом;
- рациональное использование электроэнергии;
- повышение эффективности эксплуатации электрооборудования;

- сокращение численности персонала за счет повышения их квалификации и производительности труда;
- учет производимых изделий, с занесением их в архив;
- снижение показателей трудоемкости;
- согласованность с автоматизированной системой проектирования и возможностью программирования ЧПУ в ручную;
- низкая стоимость капитальной модернизации старого оборудования;
- автоматическая и ручная обработка деталей в станках;
- высокая окупаемость системы;
- возможность внедрения дополнительных систем: пожаротушения, сигнализации, идентификации, освещения и т.д.

Все это возможно с внедрением программно – аппаратных комплексов для автоматизации технологических процессов и встраиваемых систем.

Фирма Advantech предлагает полный набор программных и технических средств для реализации такой системы. В качестве «тонкого» клиента в такой системе может, в принципе, использоваться любой подключенный к сети предприятия компьютер с устанавливаемым интернет-браузером, однако для тех случаев когда полный набор функций стандартного персонального компьютера для данного удаленного операторского терминала не требуется, Advantech предлагает использовать специальные операторские терминалы серии WebView также представляющие собой панельные компьютеры с предустановленными системами Windows CE и браузером Internet Explorer.

Разработанный фирмой Advantech контроллер Adam 5510 предназначен для использования в тяжелых условиях промышленного производства, он специально разработан для управления производственными системами. Данный контроллер обладает процессором intel, имеет операционную систему Datalight ROM –DOS. Контроллер имеет необходимый объем оперативной памяти с независимыми источниками питания, что позволяет обеспечивать практически любые задачи, а также осуществлять долговременное хранение оперативной информации.

Осуществление программирования данного контроллера осуществляется с использованием языков C или C++, а также специализированного программного обеспечения. Компилирование программ в контроллер происходит с помощью компилятора Inprise (Borland) Turbo C.

При использовании микроконтроллера Adam 5510 становится возможным реализация многих специализированных функций недостижимых с помощью традиционных контроллеров. Каждое устройство

на базе Adam 5510 может содержать до 4 модулей, обеспечивая до 64 каналов ввода – вывода. На этом микроконтроллере реализованы проекты по автоматизации токарного станка револьверного типа.

Всё оборудование работает в автономном режиме, но при необходимости может контролироваться и управляться от удаленного компьютера.

На всё оборудование написана одна универсальная программа на языке программирования C++, которая подстраивается и налаживается специально под конкретное оборудование. Далее она прошивается в контроллер и работает по заданному алгоритму программы. Эта программа удобна тем, что для задания алгоритма работы приложения пользователю достаточно выбрать функциональные блоки из имеющего набора и соединить их между собой. Эти связи определяют передачу данных между блоками.

Для построения такой системы необходимо решить следующий ряд задач:

1. разработать общую функциональную схему;
2. произвести выбор элементной базы;
3. разработать электрическую принципиальную схему;
4. разработать программное обеспечение;
5. произвести расчет блока фильтров;
6. произвести расчет силового канала электропривода.

2 Описание системы автоматического управления производством

Структурная схема системы автоматического управления производством представлена на рисунке 2.1.

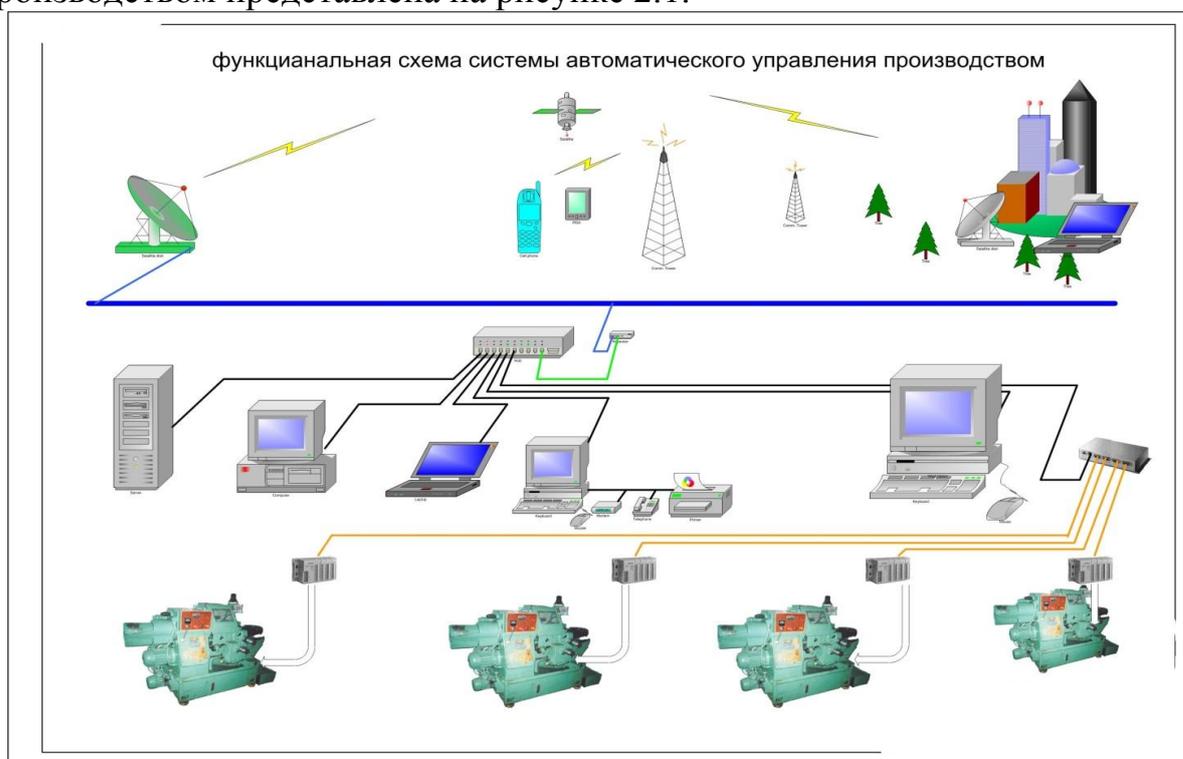


Рисунок 2.1 – Структурная схема системы управления производством

С помощью современных технологий и средств связи (интернет, сотовая связь) оперативность доставки информации возросла в десятки тысяч раз за последние десятилетия. Находясь в другой стране или на достаточном расстоянии от предприятия, появляется возможность управления производством с помощью ноутбука или простого офисного компьютера в соединенного с сетью интернет.

В последнее время для передачи данных на большие расстояния применяются космические спутники, находящиеся на околоземной орбите. Они принимают, усиливают и ретранслируют сигналы от радиостанций, находящихся практически в любой точке земного шара. Это дает возможность построения систем управления производством практически без участия человека.

Для учета и управления системой на расстоянии необходим только компьютер, который способен принимать, обрабатывать и передавать сигналы принятые через телефонную линию с помощью модема или других средств связи.

В последнее время передача данных может осуществляться и через сети wi-fi, которые поддерживают уже не только сотовые телефоны,

планшеты и компьютеры, но и промышленные компьютеры, контроллеры и системы управления.

При чем мощности, которые способны передавать современные системы связи, за последнее время выросли и в настоящее время составляют гигабайты и с каждым годом неуклонно растут.

Для быстрой передачи данных используется кабель состоящий из светопроводящего волокна, который предназначен для передачи данных за счет световых волн проходящие по линии. Оптоволоконный кабель протягивается по всему периметру здания, имея в каждом отделе по коннектору. Кабель имеет соединение со спутниковой антенной.

Для преобразования сигнала RS-485 в ВОЛС используется недорогое специальное устройство обеспечивающее интегрирующий существующей сети устройств низшего уровня, с сетями Ethernet оптоволоконной сети обеспечивая доступ к их ресурсам.

Для передачи данных от устройств с последовательными интерфейсами в сеть Ethernet используется недорогой высокопроизводительный промышленный сервер.

Электронное письмо с пометкой «заказ» принимает офисный компьютер, фиксирует отправителя и правильность заполнения бланка, далее пересылает на компьютер высшего уровня. Специальная программа в компьютере принимает данные с заказа (количество, номер изделия, степень срочности) опрашивает датчики о готовности оборудования, опрашивает о количестве изделий на складе и распределяет работу.

Далее проводит анализ количества необходимых для изготовления деталей, передает данные на цеховые компьютеры о количестве производимых деталей. В данном случае данные получит цеховой компьютер отвечающий за металлорежущее оборудование.

Получив данные о количестве и номере изготавливаемой детали, цеховой компьютер ставит заказ в очередь на производство. Перед началом работы цеховой компьютер подает запрос на инициализацию станка (опрос датчиков о состоянии и параметров заготовок), при получении сигнала готовности от станка посылает данные (параметры изготавливаемой детали) в контроллер станка. Получив все необходимые данные, станок начинает работу.

Информация о количестве выпускаемой продукции, состоянии оборудования, информация о ходе работ поступает на компьютер высшего уровня. Компьютер высшего уровня имеет комплекс непрерывного контроля качества на производстве. И осуществляет этот контроль на протяжении всего производственного процесса, начиная от контроля входных компонентов и заканчивая сборкой продукта и его интеграцией в систему.

Цеховой компьютер предназначен для распределения заданий по станкам. Он принимает задания от компьютера высшего уровня и передает их рабочим станциям и контроллерам, которые непосредственно управляют исполнительными узлами станка.

Для обработки электронной почты, введения документации, офисных работ и работы с клиентами предназначен персональный компьютер.

Телефонный аппарат в последнее время практически вытеснен сотовыми телефонами, планшетами и персональными компьютерами, однако еще может использоваться для удаленного речевого разговора.

Конвертор RS485 – устройство для конвертации и инвертирования данных с контроллеров станка для дальнейшей передачи в систему управления по сетям Ethernet.

Контроллер ADAM – устройство для приема, обработки, выдачи и отправки на рабочую станцию информации. Главное звено для управления исполнительными механизмами оборудования. Принимает данные от рабочей станции, от датчиков уровня жидкости, емкостных датчиков, датчиков приращения. Осуществляет контакт электромагнитных муфт, клапанов и электромагнитов пускателей и контакторов. Обмен данными осуществляется по локальной шине.

Модернизируемый в данной работе токарный станок 1341М имеет возможность осуществления токарных работ в условиях мелкосерийного и крупносерийного промышленного производства. Данный станок по своим функциональным возможностям является универсальным и позволяет осуществлять на нем многие токарные операции, такие как обточку, сверление, расточку, зенкование, нарезку резьб и отрезку.

При получении запроса на инициализацию контроллер начинает поочередно опрашивать состояния датчиков состояния станка.

В цеху коммуникационные линии протянуты витой парой, обеспечивающие передачу данных 100Мбит/с. Для передачи данных может использоваться кабель имеющий четыре витые пары одножильных нелуженых медных проводников с изоляцией из полиолефина, заключенные в 100% экран из алюминия – полиэфирной фольги с дренажным проводом, либо оптоволоконный кабель.

Получив от контроллера сигнал готовности, цеховой компьютер посылает в контроллер станка данные с параметрами изготавливаемой детали.

3 Разработка системы управления станком типа 1341М

3.1 Разработка функциональной схемы

Для полноценной разработки функциональной схемы системы основного управления необходимо заранее определить элементы, которые следует внести в систему управления на аппаратном уровне.

Исходя из новейших достижений в области цифровой и микропроцессорной техники следует внести в систему основного управления все необходимые датчики внешних условий и внутренних характеристик, микропроцессорное устройство для обработки информации, все аппараты, которыми управляет система.

Проведя анализ элементов, производим их схематичное обозначение:

- датчик давления (ДД) - предназначен для выдачи информации о давлении масла в гидросистеме служащей для зажима и разжима цанги;
- датчик уровня охлаждающей жидкости (ДС) – предназначен для выдачи информации критического уровня жидкости, служащего для охлаждения инструмента при работе;
- датчик уровня масла (ДМ) – предназначен для выдачи информации о уровне масла в системе гидравлики;
- датчик гидроклапана (КК1) – предназначен для выдачи информации о состоянии гидроклапана зажима и разжима цанги;
- датчик пневмоклапана (КК2) – предназначен для выдачи информации о состоянии пневмоклапана который при открывании воздушной заслонки передвигает поршень и подает заготовку в систему зажима;
- датчик приближения (КК3) – предназначен для выдачи информации о наличие заготовки в системе зажима;
- датчик приближения (КК4) – предназначен для выдачи информации о наличие заготовки в магазине заготовок;
- датчик приближения (КК5) – предназначен для выдачи информации в контроллер о движение магазина с заготовками;
- датчик ограничения (КО1) – предназначен для выдачи информации о нахождение задней бабки в крайнем левом положении;
- датчик ограничения (КО2) – предназначен для выдачи информации о нахождение задней бабки в крайнем правом положении;
- датчик ограничения (КО3) – предназначен для выдачи информации о нахождение револьверной головки в нулевой точке;
- кнопка «Stop» служит для остановки функционирования станка в случаях необходимости или в аварийных ситуациях;

- кнопка «Пуск» предназначена для запуска станка в работу;
- линейный датчик перемещения (ПШД) осуществляет контроль перемещения суппорта станка и формирует сигналы подаваемые в счетчик перемещения;
- радиальный датчик перемещения (РШД) осуществляет контроль перемещения револьверной головки станка и формирует сигналы подаваемые в счетчик положения;
- электромагнитные муфты предназначены для регулирования скорости шпинделя (МС1-МС4), для регулирования подачи (МП1-МП2) и для круговой подачи револьверной головки (МР). Таким образом используется семь электромагнитных муфт. Четыре из них установлены в коробке скоростей, две в коробке подач и одна на револьверной головке.
- электромагнитное реле пневматического клапана (МК) осуществляет управление воздушной заслонкой пневмопоршня;
- пускатель главного двигателя (КДГ) – предназначен для запуска главного электродвигателя вращения шпинделя. Команду на запуск получает от модуля релейной коммутации;
- пускатель двигателя гидросистемы (КДН), принимает команды на включение от модуля релейной коммутации и запускает двигатель гидросистемы;
- пускатель двигателя системы охлаждения (КДС) – предназначен для запуска двигателя от модуля релейной коммутации системы охлаждения инструменты;
- пускатели продольного перемещения суппорта (КДП1, КДП2) осуществляют управление продольным двигателем, принимая сигналы от модуля релейной коммутации;
- пускатели радиального перемещения (КДР1, КДР2) осуществляют управление радиальным двигателем, также принимая сигналы от модуля релейной коммутации;
- двигатель главный (ДГ) осуществляет вращением шпинделя станка;
- двигатель (ДН) осуществляет управление давлением в системе гидроснабжения;
- двигатель системы охлаждения (ДС) управляет насосом для циркулирования жидкости в системе и охлаждения инструмента;
- двигатель продольный (ДП) осуществляет продольное перемещение суппорта станка;
- двигатель радиальный (ДР) осуществляет радиальное вращение револьверной головки;
- контроллер (ADAM5510) осуществляет основную функцию системы управления – обработку всей поступающей информации с модулей ввода и

управление всеми исполнительными элементами, такими как модуль релейной коммутации;

- модуль дискретного ввода-вывода (ADAM5050) – предназначен для сбора информации с датчиков и передачу их в микроконтроллер для обработки;

- модуль счетчика – таймеров (ADAM 5080) – предназначен для снятия информации с абсолютных шифраторов о перемещении суппорта и передачи их в контроллер для обработки.

- модуль релейной коммутации (ADAM5068) – предназначен для вывода информации от контроллера путем коммутации выходов.

Модуль ввода – вывода с помощью ДИП переключателей запрограммирован только на ввод данных. Модуль поочередно снимает данные с каждого датчика и любое изменение тут же фиксируется и передается в контроллер.

Сначала считывается информация с датчика масла ДМ, если уровень масла соответствует нормам, то подается положительный сигнал на модуль ввода. Если уровень масла ниже установленного то при очередном считывании с датчика информации модуль передаст в контроллер данные о отсутствие масла. Датчик выполнен в виде дискретного элемента и выдает информацию в модуль ввода либо «0» либо «1» т.е. масло в гидросистеме есть или нет. Далее снимается информация с датчика уровня жидкости охлаждения инструмента. Оба датчика имеют одинаковую конструкцию и имеют один и тот же принцип работы.

При положительном считывании данных с датчиков ДМ и ДС включается двигатель гидравлики и возникает давление в гидросистеме.

С помощью датчика ДД снимается информация о наличие нужного давления в гидросистеме. Информация поступает на модуль ввода и при нулевой информации когда давление отсутствует информация для обработки подается на микроконтроллер.

Датчики КО1 – КО3 и КК3 - КК5 дискретные датчики и срабатывают на приближение инородного тела. Датчики КО1 и КО2 выполняют функцию ограничителя движения суппорта станка, при приближение суппорта к крайней точки датчик срабатывает и выдает сигнал о наличии приближения суппорта. При очередном считывании информации с датчика модуль передает в контроллер информацию о том, что суппорт дошел до крайней точки и ему нужно остановиться. Датчик КО3 служит для определения нулевой точки револьверной головки станка. КК3 - КК5 фиксируют о наличие метала возле чувствительного элемента. Все данные считываются модулем ввода и при отрицательной информации передаются в контроллер для обработки по заданному алгоритму.

Датчик КК1 – КК2 специальные дискретные датчики, которые располагаются рядом с катушкой электроклапана гидравлики или пневмоклапана и фиксируют положение якоря клапана. Датчики выдают дискретные сигналы поэтому при очередном считывании выдают информацию о состоянии клапана «клапан открыт» или «клапан закрыт».

Данные со всех датчиков (кроме абсолютных шифраторов) посылаются на модуль ввода-вывода, опрос датчиков происходит поочередно, затем модуль обрабатывает сигналы, преобразует уровни токов и напряжений и посылает данные в контроллер. Контроллер осуществляет прием, обработку и хранение данных в соответствии с заложенной в него программой.

Линейное перемещение суппорта фиксируется и регулируется с помощью датчика перемещения. Датчик использует абсолютное шифрование данных, которые считывает модуль счетчика – таймеров. Абсолютный шифратор скомбинирован с датчиком определения местоположения объекта перемещающегося прямолинейно.

Радиальное положение револьверной головки определяется абсолютным шифратором с помощью двоичного кода.

Информация с датчиков перемещения поступает в модуль счетчика-таймера через последовательный порт по стандартным протоколам передачи данных, где она обрабатывается и передается в контроллер для дальнейшей обработки и выдачи управляющих сигналов.

К контроллеру через разъемы соединяются два модуля релейной коммутации которые принимают данные от контроллера, декодируют и выдают информацию путем коммутации определенного контакта.

Модуль ввода снимает положительное значение с датчиков ДМ и ДС, преобразует и передает на обработку в контроллер. Контроллер по заданной архитектуре вычисляет и подает команду на модуль релейной коммутации который замыкает цепь и включает пускатель КДН двигателя гидравлики ДН. После модуль ввода очередной раз считывает информацию с датчика давления ДД и подает информационный код в контроллер, который обрабатывает данные и по заданному алгоритму и подает сигнал на модуль релейной коммутации о замыкании цепи для включения пускателя КДГ, который в свою очередь замкнет силовую цепь и произведет включение электродвигателя вращения шпинделя ДГ. Регулирования шпинделя осуществляется с помощью электромагнитных муфт. Алгоритм работы программы контроллера подает данные на модули релейной коммутации, а те в свою очередь замыкают определенные цепи и тем самым подают напряжение на электромуфты сцепления. При разном сочетании сцепления электромуфт частота вращения шпинделя регулируется.

Перемещение суппорта ограничено дискретными концевыми, которые подают сигнал в модуль ввода при приближении суппорта. Сигнал моментально фиксируется и подается в контроллер для обработки, после обработки по заданному алгоритму выдается данные в модуль релейной коммутации и размыкая цепь пускателя КПД выключает его. Длину перемещения фиксирует абсолютный шифратор данных, который выдает сигналы в двоичном коде в модуль счетчика – таймеров, после обработки данные поступают в контроллер и где программным способом определяется ограничение хода суппорта.

3.2 Описание расположения электрооборудования на станке 1341М

На передней панели станка расположен пульт ручного управления станком. На пульте можно визуальное наблюдать ток потребления на измерительном приборе (амперметр). Кнопка «Stop» предназначена для приостановки работы станка с возможностью дальнейшего продолжения работы. Кнопка «Пуск» предназначенная для возобновления работы. Рычаг для ручного переключения скоростного режима переключается с учетом программы обработки детали.

Коробка скоростей с электромагнитными муфтами МС и МП. Коробка скоростей работает в масляной среде и для того чтоб она не распространялась предусмотрен защитный кожух, так же от воздействия внешних факторов .

Контроллер ADAM 5510 подает по внутренней локальной шине данные на перемещение бабки станка в нулевую точку. Данные получает только модуль релейной коммутации ADAM 5068, который дешифрует данные и выдает их в заданном канале путем замыкания контактов реле. Замкнув контакты реле, замыкает цепь схемы включения пускателя ПХП, пускатели находятся в шкафу. Пускатель сработав замыкает контакты и замыкается силовая часть электродвигателя. Асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором серии 1LA7 имеет алюминиевый корпус со степенью защиты IP55, мощностью 250Вт и напряжением питания 380 В 50Гц. Снабжен дополнительным модулем электромеханического тормоза. После замыкания контактов двигатель начинает вращение. Крутящий момент передается через зубчатый редуктор 3-1 на штурвал револьверного суппорта. Вращение может осуществляться только при выключенной полумуфте МР.

Перемещение суппорта фиксируется датчиком линейного перемещения. Датчик находится рядом с датчиком ограничения хода суппорта.

Радиальное перемещение фиксируется абсолютным шифратором. Датчик крепится к крайней точки суппорта станка и выдает данные по последовательному порту в модуль счетчика – таймера.

Датчик крайнего левого ограничения расположен рядом с коробкой передач.

Система охлаждения инструмента расположена рядом со станком с правой стороны и с помощью системы трубопроводов охлаждает инструмент непосредственно во время работы.

Для закрепления и продвижения прутка существует система зажима, представляющая собой цангу, в которой крепится пруток, управление цангой осуществляется открыванием и закрыванием клапана. При открытии клапана цанга разжимается, при закрытии зажимается и продвигается.

Двигатель, осуществляющий главное движение шпинделя, располагается под системой подачи прутка и посредством электромагнитных муфт задает необходимое вращение шпинделя.

Двигатель гидросистемы управляет системой зажима и разжима цанги путем создания давления в системе трубопроводов и располагается под главным двигателем. Под которым в свою очередь располагается электроклапан зажима и разжима. Он является стандартным электромагнитным устройством с датчиком положения якоря.

Двигатель радиального перемещения расположен в середине суппорта станка.

3.3 Выбор элементной базы для модернизации

Модернизируемый в данной работе токарный станок 1341М имеет возможность осуществления токарных работ в условиях мелкосерийного и крупносерийного промышленного производства. Данный станок по своим функциональным возможностям является универсальным и позволяет осуществлять на нем многие токарные операции, такие как обточку, сверление, расточку, зенкование, нарезку резьб и отрезку.

Станок позволяет использовать на нем прутки с колебанием диаметра около 1мм, эту возможность обеспечивает механизм подачи и зажима гидравлического типа. Зажимное устройство представляет собой трехкулачковый патрон, в котором возможно осуществление зажима заготовки с колебанием диаметра до 8мм.

Револьверная головка станка имеет возможность крепления в ней инструмента для резьбы шестнадцати разных типоразмеров одновременно, она имеет горизонтальную ось вращения параллельную оси вращения шпинделя. Установка инструмента осуществляется специальными приспособлениями.

Управление оборотами шпинделя и подачей осуществляется либо системой управления автоматически в соответствии с заданной программой, либо ручным способом, воздействуя на переключатели, которые имеются на коробке скоростей и подач.

Как видим из описания токарный станок может работать в полуавтоматическом режиме с участием человека. Для перевода токарного станка в автоматический режим работы без участия человека необходимо произвести модернизацию и замену некоторых электрических устройств. В качестве контроллера для системы управления станком будем использовать контроллер ADAM5510. Основные его характеристики рассмотрены ниже. В таблице 3.1 перечислены все электрические и электронные устройства на токарно-револьверном станке 1341.

Таблица 3.1 - Электрооборудование токарного станка

	Электрооборудование до модернизации	Электрооборудование после модернизации
1	Электродвигатель ДШ, А02-42-4С ₂ привод главного движения	Электродвигатель ДШ, 4А100L2У3 привод главного движения
2	Электродвигатель ДГ А0Л2-2Е-4С, привода подачи эмульсии.	Электродвигатель ДГ А0Л2-2Е-4С, привода подачи эмульсии.
3	Электродвигатель ДО ПА-22 привода насоса подачи эмульсии.	Электродвигатель ДО ПА-22 привода насоса подачи эмульсии.
4	Автоматический выключатель АВ1 АК63-3МГ подключения станка к сети и отключения от неё	Автоматический выключатель АВ1 АК63-3МГ подключения станка к сети и отключения от неё
5	Пакетно – кулачковый выключатель ВПО независимого вкл/откл электронасоса.	8-канальный модуль коммутации ADAM – 5068
6	Переключатель ПТ выключения электродвигателя главного привода, включения вращения шпинделя и торможение.	8-канальный модуль коммутации ADAM – 5068
7	Переключатель схемы станка с ручного в автоматический.	16-канальный модуль дискретного ввода-вывода ADAM – 5050S
8	Пакетно – кулачковый переключатель ВВ вкл/откл управления гидрозолотником	8-канальный модуль коммутации ADAM – 5068
9	Пакетно – кулачковый переключатель ПС управления электромагнитными муфтами скоростей при ручном переключении	16-канальный модуль дискретного ввода-вывода ADAM – 5050S
10	Амперметр А контроля нагрузки главного электродвигателя.	Выключатель автоматический воздушный номинальный ток 32 А АК63-3МГ

- | | | |
|----|---|---|
| 11 | Автоматически выключатель АВ1 защиты от токов КЗ | |
| 12 | Автоматический выкл-ль А1 защиты цепей управления 127 В от токов короткого замыкания | Выключатель автоматический воздушный номинальный ток 4 А А63-МГ |
| 13 | Автоматический выкл-ль А2 защиты цепи местного освещения от токов короткого замыкания | Выключатель автоматический воздушный номинальный ток 4 А А63-МГ |
| 14 | Автоматический выкл-ль А3 защиты цепей управления электромагнитных муфт от токов короткого замыкания | Выключатель автоматический воздушный номинальный ток 4 А А63-МГ |
| 15 | Магнитный пускатель КШВ КШН включения и реверсирования электродвигателя главного привода ПМЕ – 214 | КШН включения и реверсирования электродвигателя главного привода ПМЕ – 214 |
| 16 | Магнитный пускатель КГ магнитный ПМЕ-112 подключения электродвигателя гидравлики к сети. | Магнитный пускатель КГ магнитный ПМЕ-112 подключения электродвигателя гидравлики к сети. |
| 17 | Тепловые реле 1РТ 12А, 2РТ 3.2А, 3РТ 0.5А защиты электродвигателя главного привода, электродвигателя гидравлики и электродвигателя привода насоса подачи эмульсии от длительной перегрузки. | Тепловые реле 1РТ 12А, 2РТ 3.2А, 3РТ 0.5А защиты электродвигателя главного привода, электродвигателя гидравлики и электродвигателя привода насоса подачи эмульсии от длительной перегрузки. |
| 18 | Кнопка «пуск» 1КУ пуск электродвигателя. | |
| 19 | Кнопка «реверс» 3КУ реверсирование электродвигателя главного привода | |
| 20 | Кнопка аварийной остановки главного привода и гидропривода КЕ – 021 – 3 | |
| 21 | Понижающий трансформатор | Понижающий трансформатор |
| 22 | Селеновый выпрямитель ВС для питания эл. маг муфт.75ГМ16М2 | Селеновый выпрямитель ВС для питания эл. маг муфт.75ГМ16М2 |
| 23 | Концевой выключатель ПВТ невозможности включения эл. дв. гл. при не правильной установке трубы ограждения прутка. ВКП – 2010 | Концевой выключатель ПВТ невозможности включения эл. дв. гл. при не правильной установке трубы ограждения прутка. ВКП – 2010 |
| 24 | Конечный выключатель 1КС-2КС командоаппарата переключения электромагнитных муфт при автоматическом переключении скоростей. | 8-канальный модуль коммутации ADAM – 5068 |
| 25 | Конечный выключатель 1КП- | 8-канальный модуль коммутации ADAM – 5068 |

2КП	командоаппарата переключения электромагнитных муфт при автоматическом переключении скоростей	
26	Лампа ЛО – местного освещения станка	Лампа ЛО – местного освещения станка
27	Лампа ЛС – сигнальная	Лампа ЛС – сигнальная
28	Электромагнитные муфты переключения скоростей 1МС-4МС и подач 1МП-2МП ЭТМ-092-1Н	Электромагнитные муфты переключения скоростей 1МС-4МС и подач 1МП-2МП ЭТМ-092-1Н
29	Электромагнит Э гидравлическим золотником управления золотником	Электромагнит Э управления гидравлическим золотником разжима и подачи.
30	Электромагнитная муфта МКП включения круговой подачи револьверной головки. ЭТМ-122-1Н	Электромагнитная фрикционная муфта МКП включения круговой подачи револьверной головки. ЭТМ-122-1Н
31		IBM PC совместимый программируемый микроконтроллер ADAM 5510
32		4-канальный модуль счетчиков –таймеров ADAM 5080
33		Абсолютные кодировщики OMRON модель E6C2-A
34		Оптический датчик перемещения
35		Программное обеспечение
36		Персональный компьютер

В качестве датчиков положения будем использовать цилиндрические датчики индуктивного типа. Они являются бесконтактными, что является их преимуществом, питание их осуществляется постоянным напряжением.

В качестве датчиков уровня жидкости выбираем емкостные датчики, которые питаются напряжением 24В. Датчики срабатывают когда уровень жидкости становится ниже необходимого уровня и осуществляют своим выходом замыкание контактов реле.

Линейные датчики перемещения (РШД, ПШД) представляют собой абсолютные шифраторы, следящие за положением суппорта и револьверной головки, и позволяют иметь данные о положении в каждый момент времени с необходимой точностью. Выбираем в качестве датчиков линейного перемещения датчики фирмы PEPPERL+FUCHS серии BSS 58, которые имеют разрешающую способность на один оборот 8192, диаметр корпуса 58 мм; максимальная скорость вращения вала 10000 об/мин; тип интерфейса AS-i; степень защита IP65.

3.4 Описание модулей ADAM и его программного обеспечения

Каждое устройство на базе Adam 5510 может содержать до 4 модулей, обеспечивая до 64 каналов ввода – вывода.

Контроллер представляет собой блочную структуру, к которой можно подключить дополнительные модули. Для полноценной работы необходимо подключить питание к контроллеру и обеспечить связь с остальными модулями.

Для передачи информации контроллер располагает портом Ethernet и через коммутационный буфер имеет возможность передавать информацию со скоростью 115200 бит/сек.

Для защиты контроллера от электромагнитных помех существует трехуровневая гальваническая изоляция. По цепи питания изоляция способна выдержать напряжение до 3000В постоянного тока.

Гальваническая развязка обеспечивает защиту контроллера от остального электрооборудования станка, что позволяет осуществить защиту по электромагнитным помехам, которые возникают в процессе коммутации электрооборудования станка, устранить гальваническую связь и таким образом предотвратить выход из строя контроллера.

Электропитание контроллера осуществляется через преобразователь напряжения, который встроен в контроллер, постоянным напряжением 10-30В, питание самого процессора осуществляет данный преобразователь, понижая напряжение до уровня 5В.

Основные модули ввода-вывода запитываются через дополнительный выпрямитель и фильтр.

Контроллер выполнен на базе микропроцессора Intel и работает под управлением операционной системы Digital ROM-DOS. Контроллер имеет встроенный сторожевой таймер и системный сброс. Процессор по последовательному каналу обменивается с памятью информацией, в контроллере реализованы флеш – ПЗУ для хранения программ необходимых для работы контроллера и статическое ОЗУ для хранения временных данных. Обмен данными процессора и модулями ввода – вывода осуществляется по внутренней локальной шине.

В контроллере реализованы следующие средства проверки работоспособности, позволяющие пользователю быстро обнаружить и идентифицировать неисправности; аппаратное тестирование и программное выявление неисправности.

В качестве модуля счетчика-таймера выбираем микроконтроллер ADAM-5080, который является 4-х канальным модулем ввода – вывода частотных/импульсных сигналов.

В качестве модуля дискретного ввода-вывода используем микроконтроллер ADAM–5050, который является 16-ти канальным универсальным модулем дискретного ввода – вывода.

В качестве модуля релейной коммутации выбираем микроконтроллер ADAM–5068, который является 8-ми канальным модулем релейной коммутации.

Для обеспечения связи выбираем микроконтроллер EDG – 4504, который является сервером и обеспечивает последовательную передачу информации от всех микроконтроллеров в сеть Ethernet. Данный микроконтроллер позволяет осуществлять передачу от 4-х портов RS–232/422/485.

Для управления всей системой выбираем промышленный компьютер PPC – L126T, который имеет 12-ти дюймовый жидкокристаллический дисплей и встроенную аккумуляторную батарею, которая позволяет работать в автономном режиме длительное время. Компьютер имеет 16Гб оперативной памяти, 4 последовательных порта ввода-вывода, порты для подключения клавиатуры и мыши, USB порты.

Для использования в качестве компьютера высшего технологического уровня используем компьютер IPC – 615, у которого есть специальный слот для подключения промышленных компьютеров. Выбранный компьютер специально разработан для использования в условиях производства и поэтому обеспечивает все необходимые требования по уровню пыли и влагозащищенности, вибростойкости, может быть использован в условиях повышенных температур и влажности, имеет ударопрочный корпус.

Архитектура системы программного обеспечения ориентирована на поддержку протоколов семейства ModBus. Устройство ADAM 5510 содержит встроенный программный сервер ModBus/TCP. Для функционирования устройства в комплекте поставляются драйверы ActiveX, OPC – сервер и сервисная программа для Windows.

Сервисная программа для Windows предназначена для настройки системы. Она обеспечена дружественным пользовательским интерфейсом и предназначена для осуществления калибровки модулей ввода – вывода, контроля текущих значений данных, установки IP – адресов и т.п. Сервисная программа обладает и механизмом обеспечения безопасности, с помощью которого ограничивается возможность осуществлять несанкционированные действия со стороны обслуживающего персонала. Так, если полномочия по конфигурированию устройства ADAM присвоены определенному компьютеру сети, то выполнить изменения можно только на нем.

OPC – сервер ModBus/TCP. Как известно, технология OPC является стандартным механизмом взаимодействия программных средств в

промышленной автоматизации, которую сегодня поддерживают большинство производителей программных и аппаратных средств. OPC сервер протокола MobBus/TPC обеспечивает возможность взаимодействия через сеть Ethernet с устройствами, которые поддерживают протоколы семейства MobBus.

Иногда пользователь вынужден разрабатывать свое собственное приложение на языках высокого уровня. В качестве помощи в этом нелегком деле для устройств ADAM существует драйвер ActiveX – объективно – ориентированный программный компонент, применение которого значительно ускоряет процесс создания пользовательского интерфейса для Windows при использовании таких языков как Visual Basic, Visual C, Delphi, и др.

Осуществление программирования данного контроллера осуществляется с использованием языков C или C++, а также специализированного программного обеспечения. Компилирование программ в контроллер происходит с помощью компилятора Inprise (Borland) Turbo C.

При программировании контроллеров ADAM можно использовать программу GeniDAQ, которая предназначена для разработки автоматизированных систем управления производствами, в том числе она поддерживает работу с контроллерами ADAM и технологией OPC.

Спектр областей применения GeniDAQ очень широк и включает, например, мониторинг технологического процесса, сбор данных и управления, автоматизацию предприятия, контроль измерений.

Программный пакет GeniDAQ использует все преимущества графического интерфейса MS Windows, представляет пользователю возможность легкого освоения и быстрого создания приложений для систем сбора данных и управления. Этот пакет объединяет в себя среду разработки графических форм и гибкое средство программирования BasicScrit, позволяющий создавать сложные приложения.

Данное программное обеспечение позволяет осуществлять разработку систем сбора данных, обработки, анализа и отображения всей информации в виде таблиц и графиков, работает она под управлением операционной системы Windows. Работа с данной программой не требует знаний языков программирования и позволяет «рисовать» на дисплее разрабатываемые системы, а затем привязывать их непосредственно к контроллерам и модулям. Необходимо просто выбрать нужные функциональные блоки из набора инструментов, соединить их, определить параметры и нарисовать графические экранные формы. Дополнительного программирования не требуется. Библиотека функциональных блоков удовлетворяет

промышленному стандарту сбора данных, управления, математических функций и функций отображения. Программное обеспечение GeniDAQ является системой с открытой архитектурой, что обеспечивает возможность интегрировать ее с аналогичными программами через механизмы OLE, DDE, ODBC.

Программа GeniDAQ является программой, позволяющей работать в многозадачном режиме, одновременно выполняя операции ввода-вывода, обновление графической информации и диалога с оператором, что обеспечивает ее высокую функциональность и работоспособность, а также решение более широкого круга задач.

Программа GeniDAQ поддерживает спецификацию OPC, что позволяет использовать в ней не только контроллеры и оборудование фирмы Advantech, но и других производителей, изделия которых имеют соответствующий сервер OPC.

Помимо этого программа поддерживает протокол TCP/IP, что позволяет использовать программу в режиме реального времени и управлять системой и выполняемой ею процессом в том числе и дистанционно с любого компьютера, подключенного к сети. Сетевые возможности GeniDAQ позволяют на экране компьютера, расположенного на пульте управления, отображать данные, полученные компьютером низшего уровня, и наоборот

Несомненным преимуществом данной программы является возможность поддержки различных платформ.

Использование данной программы возможно на любых HMI – платформах фирмы Advantech имеющих дисплей от 6 дюймов и не требует приобретения никаких других программных пакетов.

4 Разработка электрической принципиальной схемы станка

Включение станка в работу осуществляется с помощью главного автомат (A1), который осуществляет подвод напряжения ко всему электрооборудованию станка.

После включения автомата электроэнергия подводится по токоведущим проводникам непосредственно к элементам осуществляющим запуск всех электродвигателей. Такими элементами являются пускатели главного двигателя, пускатели электродвигателей продольного и поперечного движений, пускатель двигателя гидросистемы и пускатель двигателя системы охлаждения. Также после включения автомата происходит подача напряжения на систему управления станком, выполненную на контроллерах ADAM. Для преобразования переменного напряжения в постоянное существует трансформатор и выпрямитель, с помощью их формируется постоянное напряжение 24В. Это напряжение подается в контроллер ADAM 5510 на вывод 6 (+Vs) и вывод 7 (-Vs). В контроллер встроены преобразователь напряжения от которого питается источник питания и выдает стабилизированное напряжение +5В. Для питания узлов и модулей контроллера есть выпрямитель и фильтр гальванический изолированный по питанию от преобразователя напряжения. В контроллерах реализованы средство проверки работоспособности позволяющие пользователю быстро обнаружить неисправность и программное выявление неисправностей. Системные параметры устройств сохраняются в энергонезависимом ПЗУ с электрическим стиранием/записью, что обеспечивает и целостность при отключениях и сбоях питания (флеш-ПЗУ). Для хранения временной информации имеется в наличии статическое ОЗУ. Поддерживают функцию удаленной загрузки контроля параметров. 32-разрядный RISC-процессор производит все арифметические и логические вычисления. Блок процессора содержит 16-разрядный микропроцессор и коммуникационный буфер FIFO, благодаря которому имеется возможность обмена данными по последовательному каналу со скоростью 115200 бит/с. Порт Ethernet связан с процессором через гальваническую развязку для исключения помех. Стабилизированное напряжение +5 В (вывод 8) запитывает все модули ADAM.

Все удаленное управление станком работает по одному алгоритму. Любое управляющий сигнал, пришедший от компьютера высшего уровня или заданный в ручную оператором в управляющий компьютер воспринимается как последовательный сигнал с адресом и данными.

Нажав с помощью манипулятора типа мышь на экране цехового компьютера кнопку «пуск ст.№1» подается команда на контроллер станка с

помощью сетей Ethernet с использованием протокола ModBus/TCP, который является стандартным промышленным протоколом. Контроллер ADAM 5510 принимает данные, обрабатывает и посылает команду по внутренней локальной шине D/A DO, модуль ADAM 5068 принимает данные и декодирует, далее с микросборки DD4 ADAM 5068 коммутирует реле РК1 и тем самым замыкает цепь, что приводит к включению пускателя электродвигателя гидравлики (КН).

После включения гидравлики регистрируется давление масла с помощью датчика давления (P1). Сигнал о наличии давления идет от датчика и регистрируется модулем ADAM 5050, декодируется и по внутренней шине A/D и D0 передаются на главный контроллер ADAM 5510, где анализируется и фиксируется значение о наличии давления. ADAM 5510 по локальной шине D/A DI передает данные о замыкании контактов реле РК2 в модуле релейной коммутации ADAM 5068 и два сигнала на коммутацию реле РК3 и РК4. После коммутации РК2 замыкается цепь, включается пускатель прямого вращения электродвигателя главного привода (КВГ), но в виду того, что имеются электромагнитные муфты МС1 и МС2 шпиндель остается в заторможенном состоянии.

Если включить режим «работа», то замыкается определенное (заданное программой) количество реле в модуле релейной коммутации ADAM 5068. При этом включается определенное сочетание электромагнитных муфт, и шпиндель начнет вращаться с заданными оборотами.

Для остановки двигателя существуют два способа. Первый с помощью компьютера, для этого необходимо кликнуть мышкой на кнопку «Stop». Вторым способом нажать на кнопку «Stop» (КУ1) непосредственно на пульте оператора. В этом случае сигнал поступает на контроллер и далее по сигналам контроллера осуществляется срабатывание реле (РК2, РК3 и РК4), которые в свою очередь включают электромагнитные муфты (МС1 и МС2). Кнопка КУ2 предназначена для отключения двигателя гидросистемы, она также расположена на пульте оператора, однако она не предназначена для отключения всего станка, поэтому следует внимательно следить за тем на какую кнопку происходит нажатие.

Аналогичным образом происходит и включение электродвигателя насоса охлаждения с помощью датчика измерения уровня жидкости. Сигнал о наличии установленного уровня жидкости поступает от датчика и регистрируется модулем ADAM 5050 микросборка (DD2), декодируется и по внутренней шине A/D и D0 передаются на главный контроллер ADAM 5510, где анализируется и фиксируется значение о наличии установленного уровня. ADAM 5510 по локальной шине D/A DI передает данные о замыкании

контактов реле (РК6) в модуле релейной коммутации ADAM 5068, после коммутации замыкается цепь и включается пускатель прямого вращения электродвигателя насоса охлаждения.

При получении запроса на инициализацию контроллер начинает поочередно опрашивать состояния датчиков о наличие масла (ДМ) и охлаждающей жидкости (ДС). Затем выдает команду на запуск двигателя гидростанции (ДН). Датчик давления (ДД) подает сигнал о наличии нужного давления в гидросистеме и разрешает включение главного двигателя (ДГ). Снимаются показатели с датчиков (КП1) о наличии заготовки (прутка). Сигнал о наличие прутка (заготовки) поступает от датчика и регистрируется модулем ADAM 5050. При отсутствии прутка система начинает опрашивать датчик КП2 о наличии в магазине. При отсутствии сигнала с датчика КП2, контроллер подаст данные по внутренней шине D/A DI, где модуль ADAM 5068 декодирует сигнал и скоммутирует реле РК7. Реле РК7 замыкает цепь, включается пускатель прямого вращения электродвигателя вращения электродвигателя с прутками. Медленно вращая магазин двигателем (ДМ) и фиксируя датчиком КП3. Если датчик КП3 подаст 10 сигналов, а датчик КП2 не зафиксирует наличие прутка, то контроллер подаст сигнал на управляющий компьютер код, под которым цеховой компьютер поймет, что в станке закончился пруток. Сообщение будет передано на персональный компьютер.

В случае если датчик КП2 зафиксировал пруток, то контроллер выдаст сигнал на модуль релейной коммутации. Привод ДМ останавливается, затем срабатывает воздушный клапан КВ и пневматический поршень передвигает пруток до момента когда датчик КП1 не подаст сигнал, далее срабатывает гидроклапан КГ и осуществляется зажим цанги. Пневматический поршень возвращается на исходную позицию.

В данной системе с целью модернизации была произведена замена электромагнитных катушек клапанов на датчики положения индуктивного типа. При чем использовались сдвоенные датчики, что позволило сэкономить время на монтаж, повысить надежность, увеличить монтажное пространство и сократить затраты на обслуживание.

После проверки датчиков жидкостей и наличия прутка проверяется сцепления электромуфт, шифраторов вращения и концевых ограничителей.

Модуль релейной коммутации подает напряжение на муфты сцепления МС3, МС1 и МП1 при этом обороты шпинделя должны быть равны 60 об/мин^{-1} , продольная подача задней бабки 0,05, поперечная 0,03. Продольное перемещение фиксирует линейный датчик перемещений, который при несоответствии подает код ошибки на цеховой компьютер.

При соответствии заданного и полученного значений программа инициализации подает сигнал на модуль релейной коммутации о проверке следующего скоростного режима.

Проверка концевых ограничителей. Модуль релейной коммутации подает напряжение на пускатель, который включает привод продольной подачи (ДП), движение продолжается до тех пор пока концевой ограничитель не подаст сигнал об ограничении хода или линейный шифратор не подаст сигнал о программном лимите. Затем происходит поперечное перемещение револьверной головки станка. Вращение фиксируется радиальным датчиком перемещения и концевым ограничителем, фиксирующим нулевую точку.

Радиальный датчик – шифратор общего назначения. Имеет небольшие габариты и повышенную степень защиты. Конструкция отличается повышенной маслостойкостью и высоким показателем ударо- и вибропрочности. Датчик комбинируется с абсолютным шифратором, имеет чрезвычайно гибкий металлический трос из высоколегированной стали, прецизионный измерительный трос для измерения линейных перемещений.

Датчик жестко фиксируется на револьверном суппорте, а измерительный тросик крепится на станине. Любое перемещение суппорта фиксируется линейным датчиком. Данные с датчика передаются на 4-канальный модуль ввода частотных/импульсных сигналов ADAM 5080. Все данные считываются и обрабатываются контроллером ADAM 5511.

Система управления радиального перемещения выполнена по аналогичной схеме, за исключением датчика который крепится к бабке и измеряемым валом к револьверному суппорту станка, без системы Linrot для фиксирования линейного перемещения.

Проверка наличия и заправки прутка. При инициализации и при работе система постоянно проверяет наличие в цанги зажима прутка. Контроллер по локальной шине подает запрос на модуль ввода ADAM 5050. Модуль дискретного ввода дешифрует сигнал, который приходит с датчика КП1 и контроллер может считывать эти данные. С датчика поступает дискретный сигнал «0» или «1» (есть прутки или нет соответственно).

При отсутствии прутка в зажимной цанге система начинает считывать данные с дискретного датчика КП2, который отвечает за наличие прутка. Если контроллер не считал с датчика КП2 данные о наличии прутка «0», то подает команду на пускатель, когда контакты пускателя замкнут электрическую цепь, то привод магазина прутков (двигатель асинхронный 175Вт, 1400 об/мин со встроенной электромеханической тормозной системой) начнет вращение. Крутящий момент передается через зубчатый

редуктор к шестеренке жестко связанного с валом магазина прутков револьверного типа.

Вращение магазина фиксирует дискретный датчик КПЗ. Вращение длится до тех пор, пока на датчике КП2 не будет положительного сигнала «1», который моментально зафиксирует контроллер и даст команду на остановку двигателя. Если с датчика КПЗ было считано более 10 сигналов, а с датчика КП2 не было зафиксировано ни одного сигнала, то контроллер останавливает систему и подает на цеховой компьютер код. Цеховой компьютер расшифровывает код и выдает сообщение об отсутствии прутка.

При каждой неисправности, с которой программа не может справиться самостоятельно выводится сообщение о неисправности. Каждая неисправность фиксируется и записывается в журнал.

5 Разработка алгоритма работы

5.1 Алгоритм программы для запуска команды на инициализацию станков

Компьютер высшего уровня подает поочередно запрос на контроллеры станков о состоянии. Получив запрос, контроллер подает ответ на запрос с информацией о бездействии системы. После получения ответа от контроллера, компьютер высшего уровня подает сигнал на инициализацию и ждет подтверждения о доставке сигнала. Если сигнал подтверждения не получен то сигнал повторяется еще 10 раз, после чего компьютер высшего уровня отправляет сообщение с содержанием «сигнал не доходит до станка №..».

После отправки сообщения сигнал инициализации передается на следующий контроллер станка и по выше описанному алгоритму опрашивает о состоянии всех станков. После опроса о работоспособности контроллера компьютер высшего уровня подает сигнал на инициализацию станка, получив подтверждение о доставке сигнала на инициализацию передает запрос о выдаче информации о состоянии станка.

При возникновении каких – либо неисправностей (например, отсутствии жидкости в охлаждающей системе) контроллер станка подает информацию на главный компьютер об ошибке. Компьютер принимает данные и выводит на дисплей информацию о отсутствии воды в системе охлаждения шпинделя. Записывает информацию в архив ошибок. При удачной инициализации контроллер подает данные на главный компьютер о готовности станка к работе. Тогда главный компьютер передает данные о параметрах обрабатываемой детали на управляющий контроллер станка. Когда часть или все данные обрабатываемой детали получены, контроллер начинает работу.

5.2 Инициализация станка 1341M

После получения сигнала о начале инициализации от компьютера высшего уровня контроллер начинает последовательный опрос датчиков. Проверяет наличие масла в системе гидравлики, наличие охлаждающей жидкости в емкости. При положительных значениях данных параметров контроллер подает сигнал на модуль релейной коммутации о замыкании

цепи для включения пускателя КДН, который в свою очередь включит электродвигатель гидросистемы. Включение электродвигателя ДН вызовет возникновение давления в гидросистеме и датчик давления ДД выдаст информацию о наличии нужного давления. Модуль ввода считывает информацию о давлении в гидросистеме и передает её в контроллер для обработки.

После включения гидросистемы контроллер начинает опрашивать датчик КК3 о наличии заготовки в цанге зажима детали. При отсутствии заготовки датчик КК3 выдаст отрицательный сигнал. Модуль ввода считывает данные с датчика КК4 о наличии прутка в магазине заготовок. При отсутствии заготовки в верхней части магазина контроллер подает данные на модуль релейной коммутации для включения пускателя КДП, что вызовет в свою очередь включение электродвигателя ДП. Движение привода и магазина с прутками фиксирует датчик КК5. Когда датчик КК4 зафиксирует наличие прутка, то сигнал мгновенно обрабатывается контроллером и выдается на модуль релейной коммутации о разрыве цепи и выключении пускателя КДП, что вызовет остановку двигателя ДП и резкое торможение благодаря встроенной системе тормоза. Далее подаются сигнал о включении электромагнита МК на пневмопоршень, что вызовет перемещение поршня по выставленным направляющим и движению прутка в систему зажима станка. Движение производится до тех пор пока не сработает датчик КК3. Когда контроллер считывает положительные данные с датчика КК3 подается сигнал на модуль релейной коммутации о разрыве цепи и отключению электромагнита МК, что повлечет возвращение поршня в исходное положение. Одновременно с отключением электромагнита МК подается сигнал на включение электромагнита МР в системе гидравлики, что повлечет за собой зажим цанги. Если датчик КК4 зафиксирует 10 сигналов об отсутствии прутка то контроллер подаст на главный компьютер сигнал об отсутствии заготовок в системе подачи и хранения. Главный компьютер обработав данные выдает информацию на дисплей и записывает данные в архив.

5.3 Описание алгоритма работы станка

После завершения инициализации контроллер подает сигнал о готовности на цеховой компьютер.

Модуль релейной коммутации коммутирует гидроклапан КГ на 2.5 секунды, фиксируется датчиком положения клапана, что позволяет передвинуть прутки на заданную длину. Т.к. станок находится в нулевой

точке – это значит, что установлена насадка №1 и бабка находится на крайней точки стола.

Для того чтобы осуществить операцию точения необходимо подвести режущую кромку резца (насадка №1) на $X=20$ мм относительно шпинделя (начальная точка отчета), для этого модуль релейной коммутации коммутирует электромуфту радиального перемещения, затем коммутируются электромагнитные муфты МС3, МС2, МР1, после этого начинается вращение шпинделя и поперечное перемещение резца. Отрезка детали длится до тех пор, пока датчик радиального перемещения не сообщит контроллеру о перемещении на $Y=10$ мм.

Операция расточки детали осуществляется следующим образом. Сначала необходимо отвести резец на $Y=2$ мм. Для этого модуль релейной коммутации подает напряжение на электромуфты МС4, МС2, МР1. Резец начинает перемещаться продольно до $X=5$ мм относительно шпинделя. После фиксирования этого параметра необходимо отвести резец на $X=40$ мм. Подав напряжение на пускатель ускоренного продольного перемещения, привод переместит бабку в исходное положение $X=40$ мм.

Для нарезания резьбы приводом ускоренного радиального перемещения необходимо сменить насадку. Датчик радиального перемещения фиксирует насадку №2 и фиксирует ее одновременным отключением привода и включением электромуфты МР. Изменив обороты шпинделя МС3, МС1, МР1 до 60 об/мин начинается нарезание резьбы до $X=6$ мм. Включив электромуфту МР, отводится резец до $Y=0$. Затем необходимо переключить скоростной режим на 800 об/мин (МС2, МС1) и приводом ускоренного перемещения отвести резец на $X=40$ мм.

Для сверления требуется заменить насадку на №3. Фиксирование сверла осуществляется включением электромуфты МР и включением МР2. Начинается продольное перемещение до $X=5$ мм. Далее приводом ускоренного перемещения необходимо отвести сверло в исходное положение.

Смена насадок осуществляется вращением револьверной головки приводом радиального перемещения. Насадка №4 является отрезным резцом. Как только радиальный датчик зафиксирует положение насадки №4, контроллер подаст управляющую команду на привод продольного перемещения до $X=0$. Когда резец примет заданные координаты включится электромуфта МР и начнется радиальное перемещение отрезного резца.

Когда резец дойдет до координаты $Y=10$ привод продольного перемещения получит команды отвести резец на $X=40$ мм и произойдет смена инструмента на №1. После этого контроллер выдает команду на гидроклапан разжима/зажима цанги и одновременного перемещения прутка.

Система работоспособна только тогда, когда вся оснастка выставлена.

5.4 Разработка интерфейса программы оператора

Создание графического интерфейса GeniDAQ представляет пользователю набор готовых графических символов. Он включает в себя столбчатые диаграммы, кнопки, цифровые и графические индикаторы и регуляторы, окна для отображения временных зависимостей, возможность импортирования битовых изображений. Кроме этого, GeniDAQ имеет собственные настройки рисования, что дает возможность быстро создать удобное и понятное средство отображения для систем сбора данных и управления.

Вся работа сводится к рисованию интерфейса. Рисование производится в редакторе Advantech GeniDAQ. Графический набор инструментов представляет собой объективно – ориентированную среду разработки, является простым, интуитивно понятным средством для создания экранных форм оператора. Это позволяет в короткие сроки нарисовать интерфейс программы.

Работу программы можно наблюдать в специальном пакете GeniDAQ (рисунок 5.1), на главном интерфейсе представлены только данные о количестве изготавливаемых деталей, номере деталей, кнопки для запуска и приостановки технологического процесса, индикатор ошибки и динамическое изображение механического участка представленного от веб-камеры.

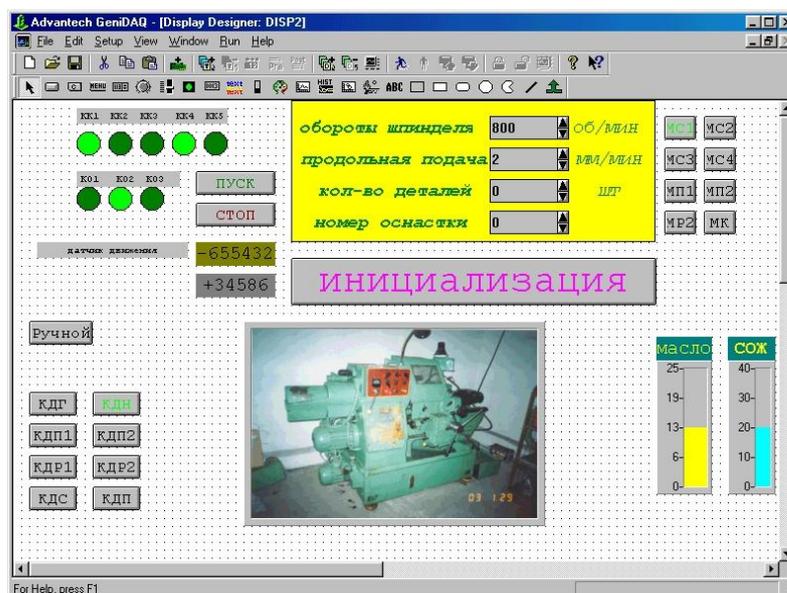


Рисунок 5.1 – Главный интерфейс системы

Используя программный комплекс GeniDAQ был разработан интерфейс системы управления станком.

Главный интерфейс оператора содержит основные кнопки управления «СТОП» и «ПУСК» для каждого станка отдельно. Кнопка «СТОП» предназначена для остановки работы станка или приостановке технологического цикла. Кнопка «ПУСК» необходим для запуска станка в работу.

Визуально наблюдать работу станка можно по Web камере. Web камера расположена в механическом участке и направлена на станки, изображение можно наблюдать на главном интерфейсе оператора.

При аварийной ситуации или возникновении ошибки в программе загорается кнопка «ERROR», это означает, что для исправления и запуска станка необходимо участие человека. Есть такие неисправности с которыми можно продолжать работать и устранить их потом. Если «кликнуть» на кнопку «ERROR» появится дополнительное окно с журналом ошибок и неисправностями. В журнале хранятся все неисправности за весь период работы, сортировать их можно по усмотрению оператора: по годам, месяцам, дням, часам, мин. Там же расположена инструкция по устранению неисправностей и наладке.

Номер и название изготавливаемой детали расположены чуть выше кнопки «ERROR», если «кликнуть» кнопку с номером детали, то появится окно в котором будет показана очередь изготавливаемых деталей. При кликании на номер детали в очереди можно просмотреть все технические характеристики детали.

На главном интерфейсе оператора проставляется количество изготавливаемых деталей и фиксируется количество изготовленных. Изменить количество можно в реальном времени, причем это не требует остановки станка.

Дополнительное окно (рабочее) это операторский пульт по наладке и диагностике оборудования. В рабочем окне представлены все индикаторы датчиков станка. Глядя на индикаторы можно четко представить работу станка: какие датчики включены, какие пускатели приводов работают, можно наблюдать какие комбинации электромагнитных муфт включаются при разных скоростных режимах.

В виде индикаторов уровня показан объем охлаждающей жидкости и масла в системах станка. Система постоянно считывает данные с датчика уровня СОЖ (ДС) и выдает данные в виде уровня жидкости голубого света. Аналогичным образом измеряется уровень масла в станке и выводится на экран желтым цветом.

Данные о концевых датчиках КО1-КО3 и регистраторов работы электромагнитных клапанов КК1-КК5 можно наблюдать в верхнем правом углу интерфейса в виде окружностей меняющих цвет, светло – зеленый при включении устройства и темно – зеленый при выключении.

Так же как с главного интерфейса оператора можно приостановить работу и запустить рабочий цикл, так и с рабочей части интерфейса можно остановить работу нажав с помощью манипулятора типа «мышь» на кнопку «СТОП» и возобновить работу нажав на кнопку «ПУСК».

Движение суппорта и револьверной головки наблюдается на дисплее рабочей части программы. Отображается это в виде числовых значений расположенных ниже кнопки управления «СТОП». Измерение производится в миллиметрах.

Включение и выключение пускателей силовых цепей электроприводов наблюдается в нижней части интерфейса. Индикаторы пускателей изображены в виде кнопок с надписями пускателей. При ручной эксплуатации станка можно с помощью манипулятора типа «мышь» включить или выключить тот или иной пускатель.

В верхней части дисплея выводятся значения основных параметров на желтом фоне. Число оборотов шпинделя и подачу суппорта можно наблюдать и изменять с пульта оператора. С помощью манипулятора типа «мышь» нажимая на маленькие стрелочки расположенные рядом со значениями можно изменить значения, значения фиксирует контроллер и выполняет по заложенному алгоритму необходимые действия. Ниже значений подачи выводится на экран значение количества деталей, которое тоже можно изменять и задавать. Аналогичным образом работает и смена инструмента, на экране выводится номер оснастки, которую тоже можно изменить с помощью манипулятора.

В верхнем левом углу расположены индикаторы муфт сцепления, глядя на индикаторы можно определить скоростные характеристики шпинделя и подачи. При включении электромуфты сцепления кнопка на экране загорается зеленым цветом.

Главная кнопка «ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ» расположена в центре экрана и представляет собой неотъемлемую часть работы во время наладки станка и для устранения ошибок.

В нижней части дисплея расположено окно с Web камерой для визуального контроля и работы станка.

5.5 Разработка программы САУП

Приложение можно создать в четыре шага. Первым шагом является выбор функциональных блоков. Затем необходимо установить связи между функциональными блоками. После этого происходит установка параметров функциональных блоков. И, наконец, запуск на выполнение.

Разработанное приложение для станков револьверного типа (рисунок 5.2) представляет собой функциональную схему, где ввод данных в модуль ввода SCR1 происходит с датчиков D01, D02, DI3, DI4, ONF1, ONF2, AI1 AI2.

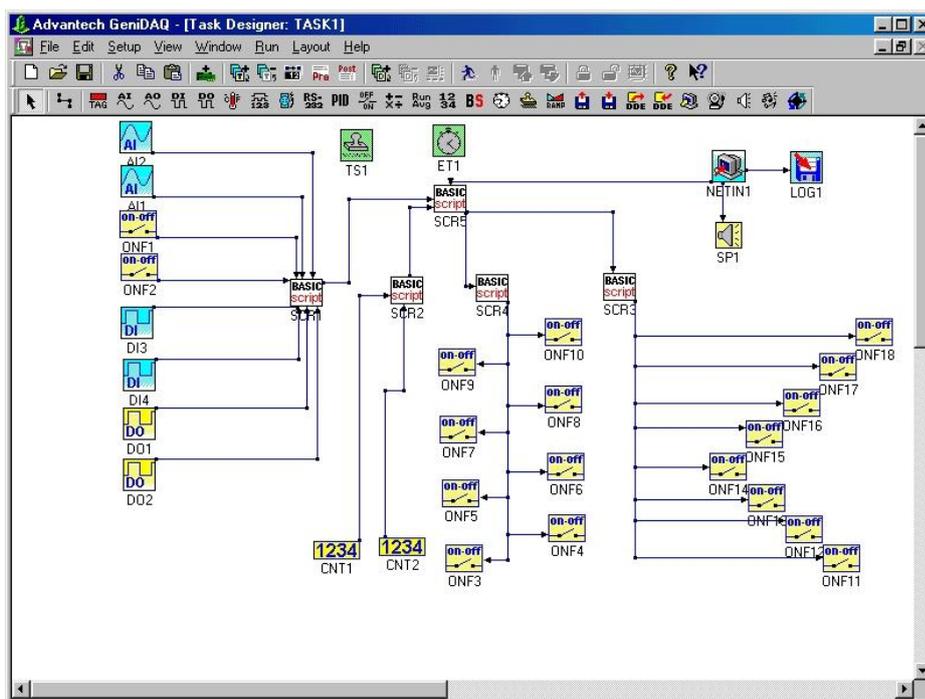


Рисунок 5.2 – Функциональная схема

Все датчики соединены связями для работы программы. Каждый датчик программируется с помощью готовых драйверов поставляемых фирмой изготовителем. SCP1 программируется пользователем. Датчик передвижения суппорта изображается как счетчик, программируется готовыми драйверами и соединяется с модулем SCR2, который программируется пользователем. Пример программы представлен ниже.

```
option explicit
Sub SCR1()
    dim x,y as Long
    dim MyTag as Tag, MyTag2 As tag
    set MyTag = GetTag ("TASK1", "ET6")
    set MyTag2 = GetTag ("DISP1", "KNOB1")
    x=MyTag.value
    y=MyTag2.value
    if x>y-2 then
```

```

    outputI 0,1
else
    outputI 0,0
end if
End Sub

```

Модули вывода SCR3 и SCR4 программируются пользователем аналогичным образом.

```

Sub SCR4()
    DIM VR2 AS TAG
    DIM NCTL2 AS TAG
    DIM mytag AS TAG
    DIM A2 AS SINGLE
    DIM S2 AS SINGLE
        SET VR2 = GETTAG("VIRTASK", "VR2")
        'simulated signal
    A2 = (RANDOM(0,100) - 50.0)/100.0
    S2 = A2 + VR2.value
    ' check if heat on/off
    Set mytag = GETTAG("DISP2", "BBTN2")
    if mytag.value = 1 then
        S2 = S2 - 0.5
    end if
    IF (S2 > 10.0) THEN
        S2 = 10.0
    ELSE IF (S2 < 0.0) THEN
        S2 = 0.0
    END IF
    END IF
    ' check alarm, output 1 for alarm
    Set NCTL2 = GETTAG("DISP2", "NCTL2")
    IF (S2 > NCTL2.value) THEN
        OUTPUTI 1,1
    ELSE
        OUTPUTI 1,0
    END IF
    ' output 0 for value
    'VR2 = S2
    OUTPUTF S2
End Sub

```

Программа имеет такой вид, записывается в модуль и выполняет алгоритм работы вывода информации. Все связи соединяются с главной программой SCR5 которая выполняет основную работу системы.

```
Sub SCR5()  
    DIM VR3 AS TAG  
    DIM AI2 AS TAG  
    DIM S3 AS SINGLE  
    SET VR3 = GETTAG("VIRTASK", "VR3")  
    SET AI2 = GETTAG("TASK1", "AI2")  
        S3 = AI2/20 + VR3  
    IF (S3 > 10.0) THEN  
        S3 = 10.0  
    ELSE IF (S3 < 0.0) THEN  
        S3 = 0.0  
    END IF  
END IF  
IF (S3 > 8.0) THEN  
    OUTPUTI 1,1  
ELSE  
    OUTPUTI 1,0  
END IF  
VR3 = S3  
OUTPUTF S3  
End Sub
```

Таким образом мы программируем всё приложение необходимое для работы системы. Также программируются внутренние таймеры и системы сигнализации.

6 Расчет фильтра помех

Модуль ввода данных в системе управления токарным станком револьверного типа имеет блок фильтра для подавления помех по высоким частотам. Информация о состоянии поступает от датчиков расположенных в станке. На станке размещены три вида датчиков с дискретным выводом информации, для каждого вида датчиков рассчитывается фильтр.

6.1 Расчет фильтра помех датчиков уровня

Датчик давления (ДД), датчик системы охлаждения (ДС), датчик масла (ДМ). Частота срабатывания индуктивного датчика кольцевого типа 500 Гц в секунду.

$$T_{\text{инт.цепи}} = 10 \cdot T_{\text{мин.}} = 10 / f = 10 / (0,3 \cdot 10^5) = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ с} .$$

Принимаем период импульсов, сформированных интегрирующими цепями, равным $T_{\text{инт.цепи}} = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ с}$.

Учитывая, что переключение модуля ввода происходит при среднем входном напряжении $U_{\text{вх.ср.}} = U_{\text{п}} / 2$, а питание осуществляется напряжением $U_{\text{п}} = 5\text{В}$, то среднее входное напряжение на резисторе интегрирующей цепи достигнет момента отключения через время равное $t = 0,8 \cdot \tau$, где $\tau = R \cdot C$ - постоянная заряда.

Дискретный ввод (открытый коллектор) в модуле ввода потребляет до 100мА при мощности 450 мВт.

Сопротивление R интегрирующих цепей выбираем из условия:

$$R = U_{\text{п}} / I_{\text{вых.}} = 5 / 1 \cdot 10^{-3} = 5 \text{ кОм} .$$

Используя ряд стандартных сопротивлений резисторов E24, в качестве номинального значения сопротивления резистора R интегрирующих цепей выбираем значение $R = 5,1 \text{ кОм}$.

Произведём расчёт мощности рассеяния на резисторе R :

$$P_R = R \cdot (I_{\text{вых.}})^2 = 5,1^3 \cdot (1 \cdot 10^{-3})^2 = 0,005 \text{ Вт} .$$

Используя справочник, в качестве резистора R интегрирующих цепей выбираем резистор марки МЛТ -0,125-5,1 кОм \pm 10%.

Произведём расчёт значения ёмкости интегрирующих цепей C :

$$C = 1,25 \cdot T_{\text{инт.цепи}} / R = 1,25 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3} / 5,1 \cdot 10^3 = 73 \cdot 10^{-9} \text{ Ф} .$$

Используя ряд стандартных ёмкостей конденсаторов E24, в качестве номинального значения ёмкости конденсатора C интегрирующих цепей выбираем значение $C = 100 \text{ нФ}$. Используя справочник, в качестве конденсатора C интегрирующих цепей выбираем конденсатор марки КД-1-80В-100нФ \pm 20%.

6.2 Расчет фильтра помех концевых ограничителей

Расчёт производим аналогично тому, как это было сделано в пункте 4.1. Индуктивные датчики положения выполнены из металла цилиндрической формы. Чувствительной частью датчиков (КО1 – КО3) в этом исполнении является торцовая плоскость, перпендикулярная к оси датчика. Частота срабатывания индуктивного датчика 100 Гц в секунду.

$$T_{\text{инт.цепи}} = 10 \cdot T_{\text{мин.}} = 10 / f = 10 / (0,1 \cdot 10^5) = 1 \cdot 10^{-3} \text{ с.}$$

Принимаем период импульсов, сформированных интегрирующими цепями, равным $T_{\text{инт.цепи}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ с.}$

Учитывая, что переключение модуля ввода происходит при среднем входном напряжении $U_{\text{вх.ср.}} = U_{\text{п}} / 2$, а питание осуществляется напряжением $U_{\text{п}} = 5\text{В}$, то среднее входное напряжение на резисторе интегрирующей цепи достигнет момента отключения через время равное $t = 0,8 \cdot \tau$, где $\tau = R \cdot C$ - постоянная заряда.

Дискретный ввод (открытый коллектор) в модуле ввода потребляет до 100мА при мощности 450 мВт.

Сопротивление R интегрирующих цепей выбираем из условия:

$$R = U_{\text{п}} / I_{\text{вых.}} = 5 / 1 \cdot 10^{-3} = 5 \text{ кОм.}$$

Используя ряд стандартных сопротивлений резисторов E24, в качестве номинального значения сопротивления резистора R интегрирующих цепей выбираем значение $R = 5,1 \text{ кОм.}$

Произведём расчёт мощности рассеяния на резисторе R :

$$P_R = R \cdot (I_{\text{вых.}})^2 = 5,1^3 \cdot (1 \cdot 10^{-3})^2 = 0,005 \text{ Вт.}$$

Используя справочник в качестве резистора R интегрирующих цепей выбираем резистор марки МЛТ - 0,125-5,1 кОм \pm 10%.

Произведём расчёт значения ёмкости интегрирующих цепей C :

$$C = 1,25 \cdot T_{\text{инт.цепи}} / R = 1,25 \cdot 1 \cdot 10^{-3} / 5,1 \cdot 10^3 = 24 \cdot 10^{-6} \text{ Ф.}$$

Используя ряд стандартных ёмкостей конденсаторов E24, в качестве номинального значения ёмкости конденсатора C интегрирующих цепей выбираем значение $C = 100 \text{ нФ.}$ Используя справочник, в качестве конденсатора C интегрирующих цепей выбираем конденсатор марки КД-1-80В-22мФ \pm 20%.

6.3 Расчет фильтра помех блока кнопок

Расчет фильтра помех для получения модулем информации о приостановки и возобновления технологического процесса от кнопочного блока. Кнопка со светодиодным излучателем на рабочее напряжение 24В постоянного и переменного тока.

Частота срабатывания кнопки зависит от оператора, т.к. считывания информации повторяется периодичностью. Частоту срабатывания теоретически возьмем 50 Гц.

$$T_{\text{диф.цепи}} = 10 \cdot T_{\text{мин.}} = 10 / f = 10 / 50 = 0,2 \text{ с.}$$

Сопротивление R интегрирующих цепей выбираем из условия:
 $R = U_{\text{п}} / I_{\text{вых}} = 24 / 1 \cdot 10^{-3} = 2,4 \text{ кОм.}$

Номинального значения сопротивления резистора R интегрирующих цепей выбираем значение $R = 10 \text{ кОм.}$

Произведём расчёт мощности рассеяния на резисторе R :

$$P_R = R \cdot (I_{\text{вых.}})^2 = 10^4 \cdot (1,6 \cdot 10^{-3})^2 = 0,256 \text{ Вт.}$$

Используя справочник, в качестве резистора R интегрирующих цепей выбираем резистор марки МЛТ -0,5-2,4 кОм \pm 10%.

Произведём расчёт значения ёмкости интегрирующих цепей C :

$$C = 1,25 \cdot T_{\text{инт.цепи}} / R = 1,25 \cdot 0,2 / 2,4 \cdot 10^3 = 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ф.}$$

Номинального значения ёмкости конденсатора C интегрирующих цепей выбираем значение $C = 0,1 \text{ мФ.}$ Используя справочник в качестве конденсатора C интегрирующих цепей выбираем конденсатор марки КД-1-80В-0,1 мФ \pm 20%.

По выше приведенному расчету выберем радио элементы и по технологии изготавливаем печатную плату.

7 Расчет асинхронного электропривода главного движения

7.1 Основные элементы силового канала электропривода

Силовой канал электропривода включает в себя (рисунок 7.1) вход реактор L , неуправляемый выпрямитель, фильтр C звена постоянного тока, защитное устройство, автономный инвертор напряжения и асинхронный двигатель.

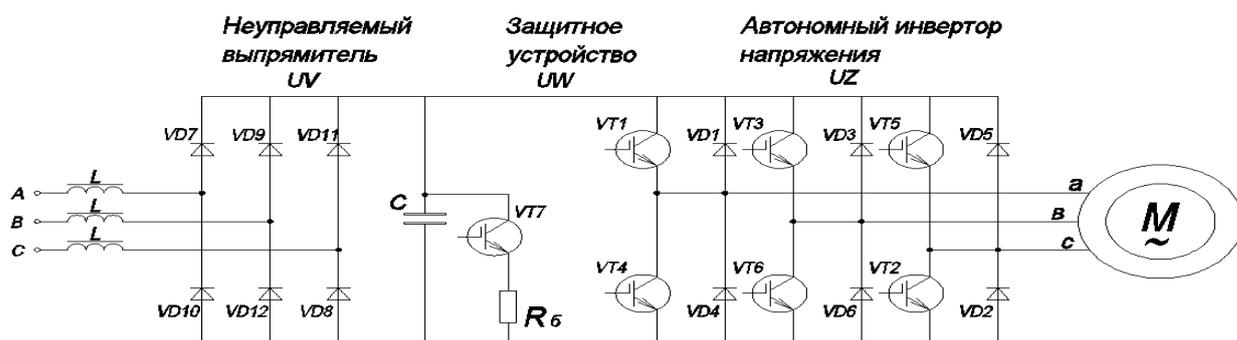


Рисунок 7.1 – Схема силового канала

Мостовой инвертор содержит три плеча с транзисторными ключами $VT1...VT6$, каждое из которых выполнено аналогично плечу однофазного инвертора. К средним точкам каждого из плеч подключены фазные статорные обмотки двигателя. Представленный преобразователь частоты не позволяет обеспечивать двухсторонний обмен энергией между сетью и двигателем, так как в нем используется неуправляемый выпрямитель. При генераторном торможении отдаваемая двигателем энергия рассеивается в элементах инвертора и резисторе R_6 защитного устройства, которое подключается к конденсатору C через транзисторный ключ $VT7$. В тех случаях, когда для осуществления торможения выгоден режим отдачи энергии торможения в сеть, необходимо вместо неуправляемого выпрямителя включить в схему активный выпрямитель напряжения. Активный выпрямитель по своей структуре идентичен схеме автономного инвертора и позволяет обеспечивать не только рекуперативное торможение, но и работу преобразователя с заданным значением коэффициента мощности. Напряжение питающей сети выпрямляется и через фильтр подаётся на автономный инвертор, который, в свою очередь, преобразует постоянное

напряжение в переменное регулируемой частоты. Выходная частота может регулироваться в широком диапазоне как вверх, так и вниз от номинальной частоты питания двигателя.

Для получения регулируемого напряжения синусоидальной формы применяются транзисторные преобразователи частоты с широтно-импульсной модуляцией.

В схеме (рисунок 7.1) силовые транзисторы VT1 – VT6 осуществляют инвертирование и регулирование амплитуды выходного напряжения путём совмещения этих функций в системе управления преобразователем частоты. Обратный диодный мост VD1 – VD6 обеспечивает защиту силовых транзисторов от перенапряжений, а также возврат реактивной энергии двигателя М в накопительный конденсатор С.

Принцип формирования кривой фазного напряжения u_2 на выходе преобразователя частоты поясняет диаграмма, приведённая на Рисунке 7.2. Для обеспечения ШИМ схема управления преобразователем вырабатывает двуполярное напряжение u_T треугольной формы, которое затем сравнивается с напряжением u_y управления синусоидальной формы заданной частоты. В моменты равенства названных напряжений схемой вырабатываются импульсы, длительность которых соответствует синусоидальному закону ШИМ. Положительные импульсы поступают на транзистор VT1 (VT3, VT5), а отрицательные на транзистор VT4 (VT6, VT2). Регулирование амплитуды выходного напряжения производится изменением амплитуды напряжения u_y . Для формирования трёхфазного напряжения на выходе преобразователя система управления должна вырабатывать три напряжения u_y синусоидальной формы, сдвинутых относительно друг друга на 120° . Рассматриваемый преобразователь частоты перспективен для регулируемых электроприводов малой и средней мощности.

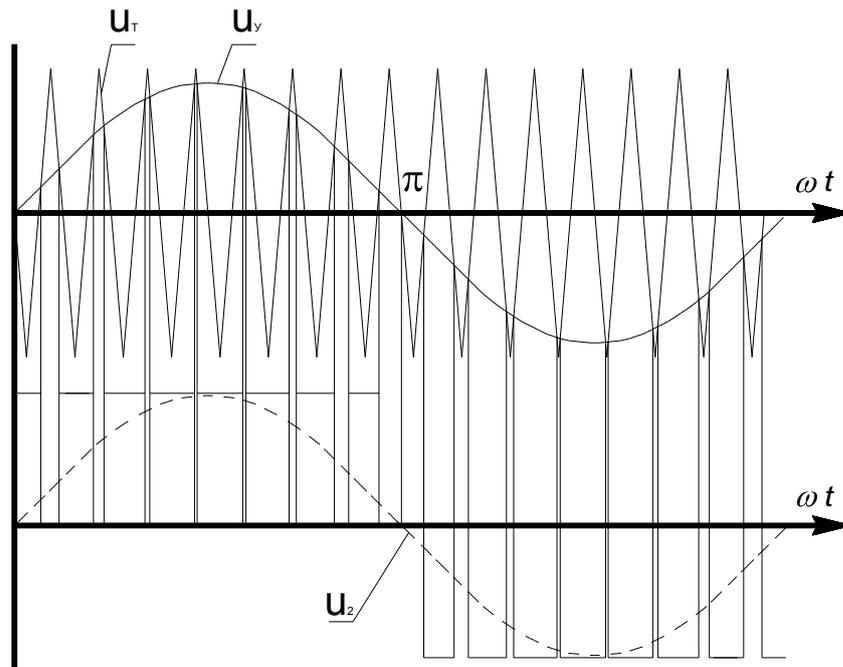


Рисунок 7.2 – Диаграмма формирования выходного напряжения преобразователя с ШИМ

7.2 Расчёт параметров асинхронного двигателя

В качестве двигателя выбираем двигатель 4А100L2У3.

Справочные данные асинхронного двигателя:

Синхронная частота вращения	$n=3000$ об/мин
Число пар полюсов	$p_n=1$
Номинальная мощность	$P_N=5500$ Вт
КПД	$\eta=0,875$
Коэффициент мощности двигателя	$\cos\varphi_N=0,91$
Номинальное фазное напряжение	$U_{\phi N}=220$ В
Число фаз обмотки статора	$m_1=3$
Динамический момент инерции ротора двигателя	$J=0,00593$ кг·м ²
Кратность критического момента	$\lambda=2,0$
Номинальное скольжение	$S_N=4$
Параметры Г – образной схемы замещения (рисунок 7.3):	
$x'_\mu=3,4$; $x'_1=0,055$; $r'_1=0,054$; $x''_2=0,099$; $r''_2=0,036$	

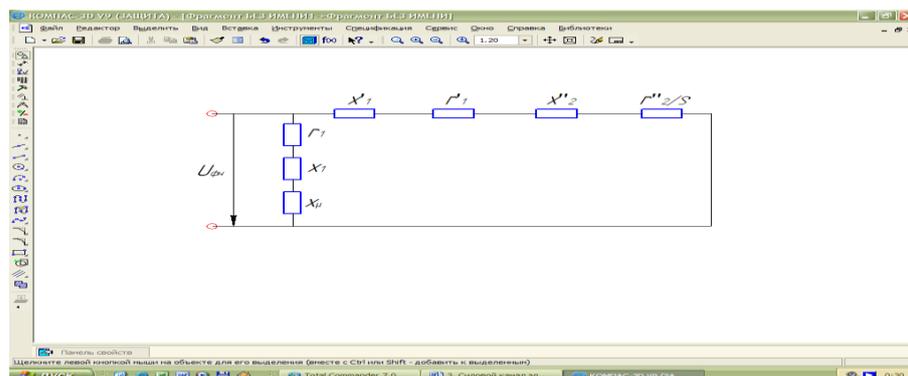


Рисунок 7.3 – Γ – образная схема замещения асинхронного двигателя для номинального режима

7.2.1 Номинальный фазный ток статора

$$I_{\phi n} = P_{2m1} \cdot U_{\phi n} \cdot \cos \varphi_n \cdot \eta = 55003 \cdot 220 \cdot 0,91 \cdot 0,875 = 10,466 \text{ А.} \quad (7.1)$$

7.2.2 Индуктивное сопротивление обмотки статора в о.е.

$$x_1 = 2x'_1 \cdot x'_1 \mu + x'_1 \mu^2 + 4x'_1 x'_1 \mu = 2 \cdot 0,055 \cdot 3,43,4 + 3,42 + 4 \cdot 0,055 \cdot 3,4 = 0,054. \quad (7.2)$$

7.2.3 Активное сопротивление обмотки статора в о.е.

$$r_1 = r'_1 \cdot x_1 x'_1 = 0,054 \cdot 0,054 \cdot 0,055 = 0,053. \quad (7.3)$$

7.2.4 Коэффициент перевода относительных единиц в физические

$$c = U_{\phi n} I_{\phi n} = 22010,466 = 21,02. \quad (7.4)$$

7.2.5 Активное сопротивление обмотки статора

$$R_S = r_1 \cdot c = 0,053 \cdot 21,02 = 1,114 \text{ Ом.} \quad (7.5)$$

7.2.6 Взаимная индуктивность фаз статора и ротора

$$L_m = x'_1 \mu \cdot c^2 \text{ pf} = 3,4 \cdot 21,02314 = 0,227 \text{ Гн.} \quad (7.6)$$

7.2.7 Полная индуктивность фазы статора

$$L_S = (x'_1 \mu + x'_1) c^2 \text{ pf} = 3,4 + 0,055 \cdot 21,02314 = 0,231 \text{ Гн.} \quad (7.7)$$

7.2.8 Параметр уточненной схемы замещения

$$c_1 = x'_1 x_1 = 0,055 \cdot 0,054 = 1,016. \quad (7.8)$$

7.2.9 Активное сопротивление обмотки ротора

$$R_r = r''^2 \cdot c c_1^2 = 0,036 \cdot 21,021,0162 = 0,733 \text{ Ом.} \quad (7.9)$$

7.2.10 Полная индуктивность фаз ротора

$$L_r = x'' \mu + x''^2 c_1^2 \cdot c^2 \text{ pf} = 3,4 + 0,0991,0162 \cdot 21,02314 = 0,234 \text{ Гн.} \quad (7.10)$$

7.2.11 Коэффициент электромагнитной связи статора

$$k_s = L_m L_S = 0,227 \cdot 0,231 = 0,982. \quad (7.11)$$

7.2.12 Коэффициент электромагнитной связи ротора

$$k_r = L_m L_r = 0,227 \cdot 0,234 = 0,97 \quad (7.12)$$

7.2.13 Коэффициент рассеяния обмоток

$$\sigma = 1 - k_s \cdot k_r = 1 - 0,982 \cdot 0,97 = 0,047. \quad (7.13)$$

7.2.14 Переходная индуктивность статора

$$L'S=LS\cdot\sigma=0,231\cdot0,047=0,01 \text{ Гн.} \quad (7.14)$$

7.2.15 Переходное активное сопротивление статора

$$R'S=RS+kr^2\cdot Rr=1,114+0,972\cdot0,733=1,804 \text{ Ом.} \quad (7.15)$$

7.2.16 Индуктивное сопротивление намагничивающего контура

$$x\mu=2\pi f\cdot Lm=314\cdot0,227=71,278 \text{ Ом.} \quad (7.16)$$

7.2.17 Индуктивное сопротивление рассеяния статора

$$xS\sigma=2\pi fLS-Lm=314\cdot0,231-0,227=1,256 \text{ Ом.} \quad (7.17)$$

7.2.18 Индуктивное сопротивление рассеяния ротора, приведенное к статору

$$x'r\sigma=2\pi fLr-Lm=314\cdot0,234-0,227=2,198 \text{ Ом.} \quad (7.18)$$

7.2.19 Постоянная времени ротора

$$Tr=LrRr=0,2340,733=0,319 \text{ сек.} \quad (7.19)$$

7.2.20 Постоянная времени статора

$$TS=L'SR'S=0,011,804=5,54\cdot10^{-3} \text{ сек.} \quad (7.20)$$

7.2.21 Индуктивное сопротивление рассеяния цепи короткого замыкания

$$xk=xS\sigma+x'r\sigma=1,256+2,198=3,454 \text{ Ом.} \quad (7.21)$$

7.3 Расчет элементов и выбор типа преобразователя частоты

Преобразователь частоты (ПЧ) (рисунок 7.4) состоит из неуправляемого выпрямителя (VD1...VD6), фильтра С, автономного инвертора (VT1...VT6) и обратного выпрямительного диодного моста (VD7...VD12).

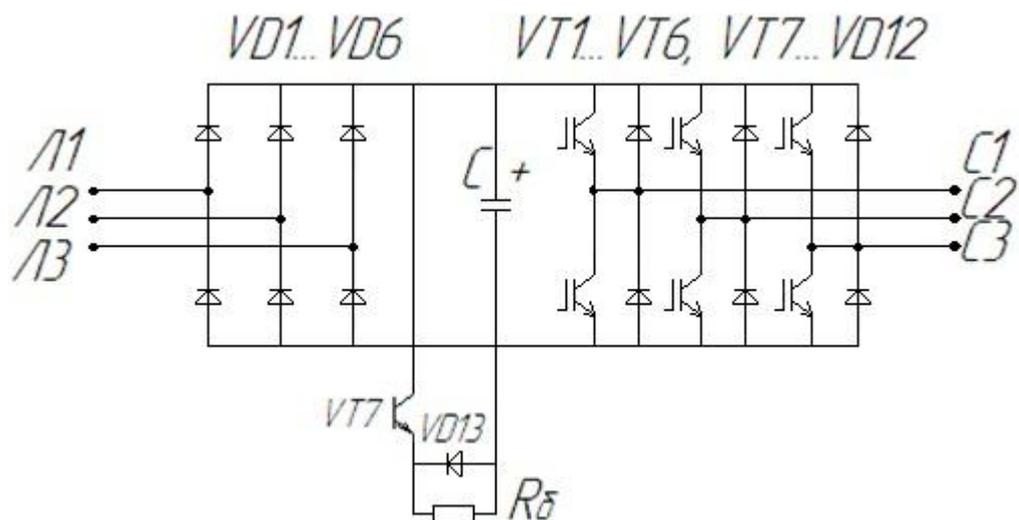


Рисунок 7.4 – Схема электрическая принципиальная ПЧ

Транзисторы автономного инвертора работают на частоте 5 кГц, обеспечивая широтно – импульсную модуляцию выходного напряжения преобразователя, что позволяет получить практически синусоидальную форму кривой статорного тока.

7.3.1 Расчет и выбор ключей инвертора

Максимальный ток через ключи инвертора

$$I_{c \max} = P_n \cdot k_1 \cdot 2 \cdot k_2 \eta \cdot \cos \varphi_n \cdot 3 \cdot U_{\text{л}} = 5500 \cdot 1,3 \cdot 2 \cdot 1,20,875 \cdot 0,91 \cdot 3 \cdot 220 = 40,74 \text{ А}, \quad (7.22)$$

где $k_1=1,2-1,3$ - коэффициент допустимой кратковременной перегрузки по току, необходимой для обеспечения динамики электропривода;

$k_2=1,1-1,2$ – коэффициент допустимой мгновенной пульсации тока;

$U_{\text{л}}$ – линейное напряжение двигателя, В.

Ключи инвертора выбираем типа IGBT с постоянным (номинальным) током коллектора $I_c \geq I_{c \max}$, т.е. тип CM50MX– 24A MITSUBISHI ELECTRIK, ток $I_c=50$ А, напряжение $V_{ce}=1200$ В.

Основные данные транзистора: $U_{cesat}=2,0 \div 2,6$ В; $t_{con}=0,1$ мкс; $t_{coff}=0,3$ мкс; $I_{rr} \cong I_{cr}$; $t_{rr}=0,6$ мкс; $U_{ee}=0,9$ В; $U_{ces}=1200$ В; $R_{thc-f}=0,015$ К/Вт; $R_{th(j-c)q}=0,35$ КВт; $R_{th(j-c)r}=0,63$ КВт.

7.3.2 Расчет потерь в инверторе

7.3.2.1 Потери в IGBT в проводящем состоянии

$$P_{SS} = I_{cr} \cdot U_{ce18} + D_3 \pi \cos \varphi = 31,33 \cdot 2,018 + 0,953 \cdot 3,14 \cdot 0,91 = 13,58 \text{ Вт}, \quad (7.23)$$

где $I_{cr} = I_{c \max} k_1 = 40,74 \cdot 1,3 = 31,33$ А – максимальная амплитуда тока на входе инвертора;

$D = t/T = 0,95$ – максимальная скважность;

U_{ce} – прямое падение напряжения на ключе при его насыщении ($U_{ce} = 2,2$ В при $T_{ja} = 125$ °С).

7.3.2.2 Потери в IGBT при коммутации

$$P_{sw} = 1 \pi^2 \cdot I_{cr} \cdot U_{cc} t_{con} + t_{coff} f_{sw} 2 = 14,44 \cdot 31,33 \cdot 311 \cdot 0,1 + 0,3 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 1032 = 2,194 \text{ Вт}, \quad (7.24)$$

где t_{con} , t_{coff} – продолжительность переходных процессов по цепи коллектора на открывания и закрывания;

U_{cc} – напряжение на коллекторе ключа, В;

f_{sw} – частота коммутаций IGBT, Гц (частота ШИМ равная 5 кГц).

7.3.2.3 Суммарные потери IGBT

$$P_Q = P_{SS} + P_{sw} = 13,58 + 2,194 = 15,77 \text{ Вт}. \quad (7.25)$$

7.3.2.4 Потери диода FWD в проводящем состоянии

$$P_{DS} = I_{er} \cdot U_{ee} 18 + D_3 \pi \cos \varphi = 31,33 \cdot 0,918 + 0,953 \cdot \pi \cdot 0,91 = 6,112 \text{ Вт}, \quad (7.26)$$

где $I_{er} = I_{cr}$ – максимальная амплитуда тока через обратный диод, А;

U_{ee} – прямое падение напряжение на диоде (в проводящем состоянии), В.

7.3.2.5 Потери при восстановлении запирающих свойств диода FDW
$$PDR=18I_{rr}\cdot U_{cc}\cdot trr\cdot f_{sw}=1831,33\cdot 311\cdot 0,6\cdot 10^{-6}\cdot 5\cdot 10^3= (7.27)$$
$$=3,653 \text{ Вт},$$

где I_{rr} – амплитуда обратного тока через диод, А;
 trr – продолжительность импульса обратного тока, сек.

7.3.2.6 Суммарные потери диода FWD
$$PD=PDS+PDR=6,112+3,653=9,765 \text{ Вт} . \quad (7.28)$$

7.3.2.7 Результирующие потери в гибридном модуле
$$PT=PQ+PD=15,77+9,765=25,535 \text{ Вт}. \quad (7.29)$$

Найденные результирующие потери являются основой для теплового расчета инвертора, в ходе которого определяются тип и геометрия охладителя.

7.3.4 Расчет и выбор вентиля диодного моста

7.3.4.1 Среднее выпрямленное напряжение
$$U_d=K_{си}\cdot U_{л}=1,35\cdot 220=297 \text{ В} , \quad (7.30)$$

где $K_{си}=1,35$ – коэффициента схемы для номинальной нагрузки.

7.3.4.2 Максимальное значение среднего выпрямленного тока.
$$I_{dm}=3I_c \max^2\cdot U_{л}\cdot \cos\varphi+nPTU_d= (7.31)$$
$$=340,74 \cdot 2\cdot 220\cdot 0,91+3\cdot 25,535\cdot 297=33,27 \text{ А},$$

где n – количество пар IGBT /FWD.

7.3.4.3 Максимальный рабочий ток диода
$$I_{vm}=K_{сс}\cdot I_{dm}=1,045\cdot 33,27=34,77 \text{ А}, \quad (7.32)$$

где $K_{сс}=1,045$ – коэффициент для мостовой трехфазной схемы при Г – образном LC – фильтре, установленном на входе выпрямителя.

7.3.4.4 Максимальное обратное напряжение диода.
$$U_{vm}=K_{зн}\cdot 2\cdot U_{л}\cdot K_{сн}\cdot K_{с}+\Delta U_n= (7.33)$$
$$=1,15\cdot 2\cdot 220\cdot 1,35\cdot 1,1+150=0,681\cdot 10^3 \text{ В},$$

где $K_{зн}\geq 1,15$ – коэффициента запаса по напряжению;

$K_{сн}=1,35$ – для мостовой схемы;

$K_{с}\geq 1,1$ – коэффициент допустимого повышения напряжения сети;

$\Delta U_n=100\div 150$ В – запас на коммутационные выбросы напряжения в звене постоянного тока.

Выбираем трехфазный диодный мост в составе модуля CM50MX – 24А с постоянным током 50А и максимальным обратным напряжением 1200 В.

7.3.5 Расчет потерь в выпрямителе
$$PDV=mV\cdot K_{сс}\cdot \Delta U_v\cdot I_{dm}k_1=6\cdot 0,577\cdot 1\cdot 33,27\cdot 1,3=88,6 \text{ Вт} , \quad (7.34)$$

где $K_{сс}=0,577$ – для мостовой трехфазной схемы;

mV – число полупроводниковых приборов модулей схем.

7.3.6 Расчет фильтра

7.3.6.1 Коэффициент пульсаций на входе фильтра

$$q_{1vx} = 2m^2 - 1 = 2 \cdot 6^2 - 1 = 0,057, \quad (7.35)$$

где $m=6$ – пульсность схемы выпрямления.

7.3.6.2 Параметр сглаживания LC – фильтра

$$L0C01 = S + 12\pi m f^2 = 7 + 12\pi \cdot 6 \cdot 50^2 = 2,252 \cdot 10^{-6}, \quad (7.36)$$

где $S=3...7$ – коэффициент сглаживания по первой гармонике.

7.3.6.3 Средний ток звена постоянного тока

$$I_d = I_{dmk1} = 33,271,3 = 25,59 \text{ А}. \quad (7.37)$$

7.3.6.4 Индуктивность дросселя LC – фильтра

$$L0 = 3L0_{min} = 3 \cdot 0,013 \text{ Ул} = 2\pi f I_d = 3 \cdot 0,013 \cdot 2202\pi \cdot 50 \cdot 25,59 = 3,56 \cdot 10^{-4} \text{ Гн}. \quad (7.38)$$

7.3.6.5 Амплитуда тока протекающего через конденсатор фильтра на частоте первой гармоника

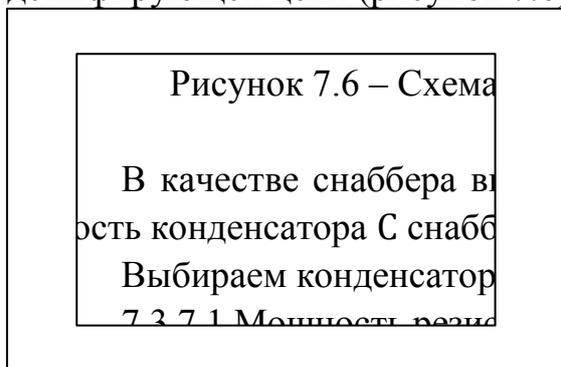
$$I_{com} = q_{1vx} \cdot U_d \cdot 2\pi m f \cdot C01 = \quad (7.39)$$

$$= 0,057 \cdot 311 \cdot 2\pi \cdot 6 \cdot 50 \cdot 20 \cdot 10^{-6} = 0,67 \text{ А},$$

где $C01 = 20 \cdot 10^{-6}$ Ф – емкость конденсаторов, необходимая для протекания реактивного тока нагрузки инвертора.

7.3.7 Расчет снаббера

Для ограничения напряжения коммутации требуется установка демпфирующей цепи (рисунок 7.6).



очения демпфирующей цепи (снаббера)

В качестве снаббера в качестве цепи представленную на рисунке 7.6. емость конденсатора C снаббера выбирается из расчета 1 мкф на 100 А.

Выбираем конденсатор $C = 0,12 \cdot 10^{-6}$ Ф.

7.3.7.1 Мощность резистора снаббера

$$P = 0,5 C U_{DZTSW}^2 = 0,5 \cdot 0,12 \cdot 10^{-6} \cdot 602 \cdot 5 \cdot 10^3 = 1,08 \text{ Вт}. \quad (7.40)$$

7.3.7.2 Сопротивление резистора, для обеспечения минимума колебаний тока коллектора IGBT.

$$R = 2L_{sn}C = 210 \cdot 10^{-9} \cdot 0,12 \cdot 10^{-6} = 0,57 \text{ Ом}, \quad (7.41)$$

где L_{sn} – индуктивность цепей снаббера, Гн (принимаем $L_{sn} = 10$ нГн).

Отношение максимума тока через диод снаббера к среднему (20...50):1. В качестве диода выбирается высокочастотный диод со временем восстановления запирающих свойств $t_{rr} = 0,3$ мкс.

7.3.8 Выбор преобразователя частоты

В качестве типового преобразователя частоты может быть выбран преобразователя частоты типа MICROMASTER (ф. SIEMENS) 6SE32 – 21 – 0DC40, имеющего следующие характеристики:

Сетевое напряжение	220 – 500 В±10 % 3 фазы
Уровень защиты	IP21
Соответствие EN55011А по ЭМС	встроенный фильтр
Диапазон температур	от 0°С до 50°С
Способность выдерживать перегрузку	150 % в течении 60 с
Диапазон выходной частоты	от 0 до 650 Гц
Динамическое торможение	модуль торможения

MICROMASTER принадлежит к семейству инверторов, разработанных для непосредственного подключения к сети. Это автономные блоки, которые включают в себя все компоненты, необходимые для их функционирования.

Инвертор содержит полностью интегрированный блок питания с высокоэффективными теплоотводами, которые охлаждаются вентиляторами с программным управлением.

Напряжение от устройства связи постоянного напряжения затем преобразуется в комплекс импульсной переменной частоты и напряжения при помощи блоков питания последнего поколения с низкими потерями, комбинированных с полностью оптимизированными сигналами ШИМ, представляя следующие преимущества:

- более низкие потери инвертора и двигателя;
- диапазон частот напряжения двигателя от 0 до 120 Гц;
- диапазон напряжения двигателя от 0 до напряжения в сети;
- почти синусоидальные токи двигателя;
- высокий КПД двигателя;
- инвертор защищён от коротких замыканий на массу.

MICROMASTER обеспечивает ускоренное ограничение по току. Ускоренное ограничение по току – это циклическое аппаратное ограничение по току, встроенное в инвертор. Его порог установлен немного ниже программного порога отключения от перегрузки по току и срабатывает намного быстрее, предотвращая тем самым нежелательные отключения при внезапных нагрузках или быстрых ускорениях.

Заключение

В данной работе представлена автоматизированная система управления токарным станком револьверного типа модели 1341М, выполненная на базе промышленных контроллеров фирмы ADVANTECH.

Перед проектировкой и разработкой системы был проведен анализ разработок похожих по технической архитектуре и области применения. Произведен их сравнительный анализ и выявлены все достоинства и недостатки. При разработке системы управления были учтены все недостатки предыдущих систем и разработан оптимальный вариант системы который имеет хорошее соотношение цена – качество.

Разработана структурная схема системы управления производством по современным средствам связи на расстоянии, описано структурное расположение электрооборудования на станке. Рассмотрены функциональные схемы контроллера ADAM, его архитектура, программное обеспечение. Оптимально выбрана элементная база системы, которая полностью удовлетворяет заданным требованиям.

Для работы системы управления токарным станком разработано приложение в программном пакете GeniDAQ которое обеспечивает выдачу информации на дисплей оператора о ходе работы и обо всех изменениях в технологическом процессе.

Для погашения помех на модуле ввода данных с датчиков разработан блок фильтра помех, рассчитаны элементы для трех категорий датчиков которые используются в системе.

Список используемой литературы

1. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учебник для вузов / М.П. Белов, В.А. Новиков, Л. Н. Рассудов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 576 с.
2. Денисов В. А. Управление электроприводами: учебное пособие. – Тольятти: ТолПИ, 1998. – 262 с.
3. Денисов В.А. Электроприводы переменного тока с векторным управлением и последовательной коррекцией. Учебное пособие: Тольятти: ТолПИ, – 1996. – 92 с.
4. Денисов В.А. Электроприводы переменного тока с частотным управлением. Учебное пособие. – Тольятти: ТГУ, 2009. – 119 с.
5. Епифонов А.П., Малайчук Л.М., Гущинский А.Г. Электропривод: Учебник / Под ред. А.П. Епифанова. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 400 с.: ил.
6. Зимин Е.Н., Яковлев В.И. Автоматическое управление электроприводами: Учеб. Пособие для студентов вузов. – М.: Высш. Школа, 1979. – 318 с., ил.
7. Ключев В. И. Теория электропривода: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат. 1985. – 560 с., ил.
8. Ключев В.И., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов: Учебник для вузов. – М.: Энергия, 1980. – 360 с., ил.
9. Никитенко Г.В. Электропривод производственных механизмов : Учебное пособие. – 2-е изд., и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 224 с.: ил.
10. Слежановский О. В. И др. Системы подчиненного регулирования электроприводов переменного тока с вентильными преобразователями. – М.: Высш. Школа, 1983. – 256 с.: ил.
11. Соколов М.М. Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов. Учебник для студентов, обучающихся по специальности «Электропривод и автоматизация пром. установок». Изд. 3-е, переработанное и доп., М. «Энергия», 1976.
12. Теория электрических цепей и электромагнитного поля : учеб. пособие для вузов / С. А. Башарин, В. В. Федоров. - Гриф УМО. - Москва : Academia, 2004. - 304 с. : ил.
13. Теоретические основы электротехники : учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1. Аналитические и численные методы анализа установившихся режимов в

линейных и нелинейных электрических цепях / В. К. Шакурский. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 218 с. : ил.

14. Фролов Ю.М., Шелякин В.П. Проектирование электропривода промышленных механизмов: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 448 с.: ил.

15. Шапкарина Г.Г. Основы цифрового управления. Основные понятия и описание цифровых систем управления: Учеб. пособие. Ч. 1. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2009. – 63 с.

16. Элементы приборных устройств. (Основной курс) (часть 2) О.Ф. Тищенко, Н.П. Нестеров, Коваленко Л.Т и др.: под ред. О.Ф.Тищенко. – М.: Высшая школа, 1982. -326 с.

17. Элементы приборных устройств (Основной курс) (часть 1) О.Ф. Тищенко, Н.П. Нестеров, Коваленко Л.Т и др.: под ред. О.Ф. Тищенко. – М.: Высшая школа, 1982. -303 с.

18. Электротехнический справочник. В 4-х томах, т.4. Использование электрической энергии. Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. – 8-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2012. – 696 с.

19. Все необходимое для автоматизации / каталог ADVANTECH., - М передовые технологии автоматизации ПРОСОФТ, 2010.

20. Корпуса и шкафы для электронного оборудования / каталог Schroff., -М: AA permium brand of PENTAIR Enclosures, 2010. №4

21. Все необходимое для промышленных бортовых и встроенных систем управления, контроля и сбора данных / каталог №2 PROSOFT, - м Advantech 2012, №2.

22. Краткий каталог продукции / Prosoft., - к: Anvantech, omron, siemens, pepperl-fuchs, 2012. №8

23. Anderson D. Gary Variable Frequency Drives: Installation & Troubleshooting (Practical Guides for the Industrial Technician), TAB Books, 1994.

24. Gottlieb, Irving M. Electric Motors and Control Techniques / by Irving M. Gottlieb. – 2nd ed. TAB Books, 1994.

25. Hughes A., Drury B. Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications, / Library of Congress Cataloging-in-Publication Data , 2013.

26. Rex Miller, Mark Miller Industrial Electricity and Motor Controls / Library of Congress Cataloging-in-Publication Data / - Second Edition, 2014.

27. Steven McFadyen Motor Starting and Control Primer: An introduction to the starting techniques and control of electric motors, 2014.