

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»
Специальность 6М071800 – Электроэнергетика


Допущен к защите
Зав. кафедрой
д.т.н., проф. Сагитов П.И.

« _____ » _____ 2016 г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
пояснительная записка

Тема «Многодвигательный асинхронный электропривод
синхронного вращения»

Магистрант  Зайнеев Р.Р.
подпись (Ф.И.О.)

Руководитель диссертации  Сагитов П.И.
подпись (Ф.И.О.)

Рецензент  Хидолда Е.
подпись (Ф.И.О.)

Алматы, 2016 г.

**Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»**

Факультет Электротехнический
Специальность 6М071800 – Электроэнергетика
Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Зайнееву Роману Равильевичу
(фамилия, имя, отчество)

Тема диссертации «Многодвигательный асинхронный электропривод
синхронного вращения»

утверждена Ученым советом университета № 10 от «30» января 2015 года

Срок сдачи законченной диссертации « 4 » января 2016 года

Цель исследования:

Исследование проблемы управления многодвигательным асинхронным электроприводом синхронного вращения и способа реализации управления технологическим циклом на примере металлургии, а именно покрытия проволоки в гальванических ваннах.

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов или краткое содержание магистерской диссертации:

В работе выполнен анализ существующих систем и схемных решений управления МАЭП СВ. Рассмотрены варианты осуществления задачи синхронизации и способов ее реализации по средствам микропроцессора

Произведен аналитический расчет устойчивости данной системе в условиях выполнения технологического цикла покрытия проволоки с помощью программы MATLAB. Описывается разрабатываемый автором способ регулирования МАЭП СВ по средствам микропроцессорного управления и его реализацию в виде схемного решения, а также структуру программирования и состава элементной базы, показаны преимущества внедряемой системы и технико-экономические показатели

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

- 1) Функциональная схема многодвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения
- 2) Структурная организация вычислительно-логического блока.
- 3) Структурная схема микропроцессорной системы
- 4) Временные диаграммы напряжений элементов ДФ и БОСН.
- 5) Силовая часть схемы многодвигательного асинхронного электропривода с микропроцессорным управлением.
- 6) Структура микросистем на основе МП КМ1810ВМ86.

Рекомендуемая основная литература

1. Протасова В.А., Панин П.М., Хутарев Д.Д. Шерстопрядильное оборудование. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 576 с.
2. Африканов И.А. и др. Шерстопрядильное оборудование. – М.: Легкая индустрия, 1966. – 651 с.
3. Баширин А.В. Управление электроприводами: учеб. пособие.: Энергоиздат, 1982. 392 с
4. Тергемес К.Т. Многодвигательные асинхронные электропривод с тиристорными преобразователями напряжения чесальных аппаратов.

Г Р А Ф И К подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Технологический процесс покрытия проволоки в гальванических ваннах и анализ существующих систем электроприводов автоматизированных линий	21.01.2015	Выполнено
Математическое и компьютерное моделирование многодвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения	11.03.2015	Выполнено
Исследование микропроцессорного управления многодвигательным асинхронным электроприводом синхронного вращения гальванических ванн с тиристорными преобразователями напряжения	08.04.2015	Выполнено
Исследование многодвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения при реостатном регулировании	13.05.2015	Выполнено

Исследование многодвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения с тиристорными преобразователями напряжения	22.09.2015	Выполнено
Рассмотрение алгоритма программы расчета механических характеристик многодвигательного асинхронного электропривода с тиристорными преобразователями напряжения	20.11.2015	Выполнено
Микропроцессорное управление многодвигательным асинхронным электроприводом с тиристорными преобразователями напряжения	30.11.2015	Выполнено
Рассмотрение предварительной синхронизации, под регулирования скорости и синхронного торможения многодвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения	10.12.2015	Выполнено
Исследование многодвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения с тиристорными преобразователями напряжения	20.12.2015	Выполнено
Подведение итогов диссертационной работы	29.12.2015	Выполнено

Дата выдачи задания _____

Заведующий кафедрой _____ (подпись) (Сагитов П.И.) (Ф.И.О.)

Руководитель диссертации _____ (подпись) (Сагитов П.И.) (Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению магистрант _____ (подпись) (Зайнеев Р.Р.) (Ф.И.О.)

Аннотация

Диссертационная работа посвящена исследованию проблеме управления многодвигательным асинхронным электроприводом синхронного вращения и способам реализации управления технологическим циклом на примере металлургии, а именно покрытия проволоки в гальванических ваннах. В первой главе работы были рассмотрены вопросы технологического цикла покрытия проволоки в гальванических ваннах, особенности данного вида производства и существующие аппараты покрытия, показана необходимость применения МАЭП СВ и выявлены основные требования, которые предъявляет данный технологический цикл обосновывая необходимость применения АД и его точной синхронизации. Вторая глава посвящена изучению различных схемных решений, реализующих управление МАЭП СВ классическими методами с применением ТПН при статорном регулировании и изменении частоты и питающего напряжения, а также реостатное управление посредством изменения питающего напряжения на роторе АД. Были получены статические и динамические характеристики АД при вышеперечисленных способах управления. Смоделирована математическая модель АД и с помощью программного обеспечения MATLAB аналитически просчитана устойчивость АД при выполнении технологического цикла. Третья глава описывает разрабатываемый автором способ регулирования МАЭП СВ по средствам микропроцессорного управления и его реализацию в виде схемного решения, а также структуру программирования и состава элементной базы, показаны преимущества внедряемой системы и технико-экономические показатели.

Аңдатпа

Диссертациялық жұмыс синхронды айналатын көпқозғалтқышты асинхронды электржетегінің басқару проблемасын зерттеуіне және өнеркәсіп мысалында, немесе гальваникалық ванналарда сымдарды жабуға техникалық цикл басқару тәсіл орындалуына арналды. Бірінші бөлімде сымның гальваникалық ваннада қапталуының техникалық циклы, бұл өнеркәсіптің ерекшеліктері мен қолданыстағы жабын машиналары, синхронды айналатын көпқозғалтқышты электр жетектің автоматтандырылу қажеттілігі қарастырылды және асинхронды двигательдің техникалық циклының қолдану қажеттілігі мен нақты синхронизациясының негізгі талаптары анықталды. Екінші бөлім синхронды айналатын көпқозғалтқышты электр жетектің классикалық тәсілдерімен, статорлық басқаруымен, жиілік өзгеруімен, кернеу өзгеруімен қолданатын түрлі-түрлі схемдік шешімдер зерттеуіне арналды, сондай-ақ асинхронды двигательдің роторында кернеу өзгеріс арқасында реостаттық басқару көрсетілген. Жоғары көрсетілген басқару әдістері бойынша асинхронды қозғалтқыштың статикалық пен динамикалық сипаттамасы жасалды. Асинхронды қозғалтқыштың математикалық моделі жасалды, содан MATLAB программасы арқасында аналитикалық түрде асинхронды қозғалтқыштың техникалық цикл орындалуының тұрақтылығы есептелді. Үшінші бөлім синхронды айналатын көпқозғалтқышты электр жетектің микропроцессорлық басқару жолдарымен басқару тәсілін және оның схемдік шешім түрінде орындалуын көрсетеді, сондай-ақ программаның структурасы және элементтік база құрылысы, енгізілген жүйенің артықшылықтары мен техника-экономикалық көрсеткіштер қарастырылды.

Annotation

The thesis to research the problem of managing multiimpellent asynchronous electric synchronous rotation and methods of implementation of technological cycle on the example of industry, namely the coating of the wire in electroplating baths. In the first chapter discussed issues of wire coating process cycle in electroplating baths, features of the production and the existing coating machines. It shows the need for an induction motor. The second chapter is devoted to the study of different circuit solutions, implementing control of an asynchronous motor by classical methods using direct current silicon rectifier with the stator and the regulation of frequency and voltage, and rheostat control by changing the voltage on the rotor induction motor. The third chapter describes the method developed by the authors control for asynchronous motor control means of the microprocessor and its implementation in the form of a circuit design, as well as the programming structure and composition of the element base, shows the benefits of implemented systems and technical and economic indicators.

Общая характеристика работы

Актуальность проблемы.

Диссертационная работа посвящена исследованию проблеме управления многодвигательным асинхронным электроприводом синхронного вращения и способам реализации управления технологическим циклом на примере металлургии, а именно покрытия проволоки в гальванических ваннах.

Кроме того, рассмотрены вопросы технологического цикла покрытия проволоки в гальванических ваннах, особенности данного вида производства и существующие аппараты покрытия, показана необходимость применения МАЭП СВ и выявлены основные требования, которые предъявляет данный технологический цикл обосновывая необходимость применения АД и его точной синхронизации.

Актуальность работы заключается в том что на сегодняшний день в сферах производства, индустриальной промышленности в связи с ростом производимой продукции и его качеством возникла потребность исключения участия человеческого фактора как тормозящего процесс объемов производимой продукции, возникновение микропроцессорной техники способной к гибкому применению во всех сферах автоматизации привело к возможности четкого и качественного управления технологическими циклами и требует своего дальнейшего развития и коммерческой поддержки, диссертационная работа показала применения МУ для управления и синхронизации многодвигательного асинхронного электропривода на принципиально отличающихся методах.

Целью работы является исследование и рассмотрение новых способов синхронизации и управления многодвигательным асинхронным электроприводом синхронного вращения в технологическом цикле покрытия проволоки в гальванических ваннах.

Общая методика исследований. Поставленные задачи решены на основе теоретического и практического анализа работы, воспроизведение в лабораториях АУЭСа схемных решений по вопросам и способам синхронизации многодвигательного электропривода синхронного вращения снятия рабочих характеристик и выводы по эффективности и целесообразности тех или иных способов управления и синхронизации, рассчитана устойчивость системы с помощью программного обеспечения MATLAB, обоснована и подкреплена методика теоретическими расчетами и использованием математической модели.

Научная новизна проведенных исследований.

Для осуществления синфазного управления многодвигательным электроприводом с помощью микро-ЭВМ необходима жесткая синхронизация процессов вычисления, реализующих алгоритмы измерения переменных и управления, с изменением напряжения сети, питающей преобразователь. Система синхронизации должна формировать синхронизирующие импульсы в моменты перехода первой гармоники анодных напряжений вентилей через

нулевое значение при перемене знака напряжения с отрицательного на положительный. Поэтому в разработке использована трехканальная система синхронизации (СС), реализованная на маломощном трехфазном трансформаторе, компараторах типа К597СА3, триггерах и логических элементах, соответственно К555ТМ2 и К555ЛП5, К155ЛН1. Получаемые синхроимпульсы одновременно поступают на вход микро-ЭВМ для обеспечения режима прерывания и на ЦСИФУ.

Основной функцией ЦСИФУ является реализация расчетного времени запаздывания импульсов управления тиристорами относительно момента его естественного открывания и фазовое управление, производимое на основе таймера КР580ВИ53, управляемого ЭВМ в режиме прерывания, вызванного синхроимпульсами, следующими через каждые 3,3 мс. В счетчике таймера записывается код числа, соответствующий времени задержки импульса управления. После отсчета заданного количества импульсов, вырабатывается сигнал на выходе таймера, по которому формируется импульс, подаваемый на управляющий электрод тиристора (или на управляющие электроды оптотиристора) через логические элементы К555ЛИЗ и буферные усилители мощности с оптронными элементами.

Апробация работы. Материалы диссертации обсуждены и доложены на ежегодной конференции магистрантов кафедры “Электропривод и автоматизация промышленных установок” Алматинского университета энергетики и связи (г.Алматы 2015).

Публикации. По результатам исследований опубликована научная статья по теме диссертации на тему «Многодвигательный асинхронный электропривод синхронного вращения».

Структура и объем работы. Диссертация состоит из аннотаций на трех языках, введения, трех разделов и заключения, содержит 79 страниц и список использованных источников.

Содержание

Обозначения и сокращения	9
Введение	10
1 Технологический процесс покрытия проволоки в гальванических ваннах и анализ существующих систем электроприводов автоматизированных линий	12
2 Математическое и компьютерное моделирование многодвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения	19
2.1 Особенности математического описания многодвигательных асинхронных электроприводах синхронного вращения	21
2.2 Математическая модель многодвигательного асинхронного электропривода с тиристорными преобразователями напряжения	28
2.3 Математическая модель гальванических ванн	36
3 Исследование микропроцессорного управления многодвигательным асинхронным электроприводом синхронного вращения гальванических ванн с тиристорными преобразователями напряжения	41
3.1 Исследование многодвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения при реостатном регулировании	41
3.2 Исследование многодвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения с тиристорными преобразователями напряжения	44
3.3 Рассмотрение предварительной синхронизации, под регулирования скорости и синхронного торможения многодвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения	51
3.4 Рассмотрение алгоритма программы расчета механических характеристик многодвигательного асинхронного электропривода с тиристорными преобразователями напряжения	54
3.5 Многодвигательный асинхронный электропривод синхронного вращения с микропроцессорным управлением	57
3.6 Микропроцессорное управление многодвигательным асинхронным электроприводом с тиристорными преобразователями напряжения	67
Заключение	76
Список литературы	78

Обозначения и сокращения

АД – асинхронный двигатель

АИ – автономный инвертор

СИФУ – система импульсно фазового управления

КПД – коэффициент полезного действия

УПП – устройство плавного пуска

ПЧ – преобразователь частоты

МДС – магнитодвижущая сила

ТПН – тиристорный преобразователь напряжения

ШИМ – широтно-импульсная модуляция

ЭДС – электродвижущая сила

БОСН – блок определения степени нагруженности

ДФ – датчик фаз роторных токов

МУ – микропроцессорное управление

ВМЭСВ – взаимосвязанный электропривод синхронного вращения

МАЭП – многодвигательный асинхронный электропривод

Введение

Тяжелая промышленность, в том числе металлургическая промышленность Республики Казахстан, находится в стадии всестороннего развития. Повышение уровня автоматизации производства в металлургической промышленности в условиях рыночной экономики требует ускорить разработку и установку на производстве высокопроизводительной техники и технологии, комплексов технологического оборудования и автоматизированных поточных линий покрытия проволоки в гальванических ваннах. В области электропривода необходимо наращивать выпуск автоматизированных систем управления электроприводов, который в наибольшей степени обеспечивает интенсивность развития различных отраслей народного хозяйства.

Разнообразные технологические процессы, их взаимосвязи требуют принципиальных решений по созданию совершенствованных систем электроприводов, по выбору и реализации способов управления. Значительная часть технологических процессов в современном промышленном производстве реализуется посредством многодвигательных асинхронных электроприводов. Взаимосвязанные многодвигательные электроприводы синхронного вращения (ВМЭСВ) переменного тока при сравнительно невысокой стоимости обеспечивают требуемые параметры управления рядом производственных объектов.

Гальванические ванны занимают важнейшее место в металлургической промышленности. Для улучшения качества покрытия проволоки и деталей и получения более равномерной по толщине выходной продукции стремятся использовать усовершенствованные электроприводы синхронного вращения. Гальванические ванны имеют наименьшую удельную производительность на единицу занимаемой площади из всех машин и аппаратов, используемых в металлургии. В связи с этим основной проблемой их модернизации и совершенствования наряду с улучшением качества покрытия проволоки была и остается проблема радикального повышения производительности.

Дальнейшее развитие металлургии, улучшение качества и увеличение объема выпускаемой продукции, основанные на внедрении новой высокоэффективной техники и технологии, модернизации существующих многодвигательных машин и аппаратов конвейерного типа гальванического покрытия проволоки предусматривает развитие ВМЭСВ.

Развитие уровня автоматизации и силовой преобразовательной техники позволяет разработать многодвигательные асинхронные автоматизированные электроприводы, позволяющие повысить качество выпускаемой продукции, производительность линии и гальванических ванн. В автоматизированных аппаратах покрытия проволоки для улучшения качества покрытия рекомендуются разработать многодвигательные асинхронные электроприводы, применяемые в них, с учетом достижения микропроцессорной техники.

На действующих в настоящее время автоматических линиях гальванических ванн покрытия российского и зарубежного производства в качестве электропривода в основном используются многодвигательные асинхронные электроприводы синхронного вращения, имеющие некоторые существенные недостатки, такие как слабая синхронизирующая способность, склонность к колебаниям и низкие энергетические показатели.

Необходимо отметить, что большой вклад в развитие многодвигательного электропривода внесли ученые Садовский И.М., Унгру Ф., Иордан Г., Иог В.И., Быстров А.М., Закорюкин Ю.В., Разумов В.А., Тищенко В.Н., Глазунов В.Ф., Герасимьяк Р.П., Данилов П.Е., Копырин В.С., Онищенко Г.Б., Сагитов П.И., Соколов М.М., Тищенко В.Н., и др.

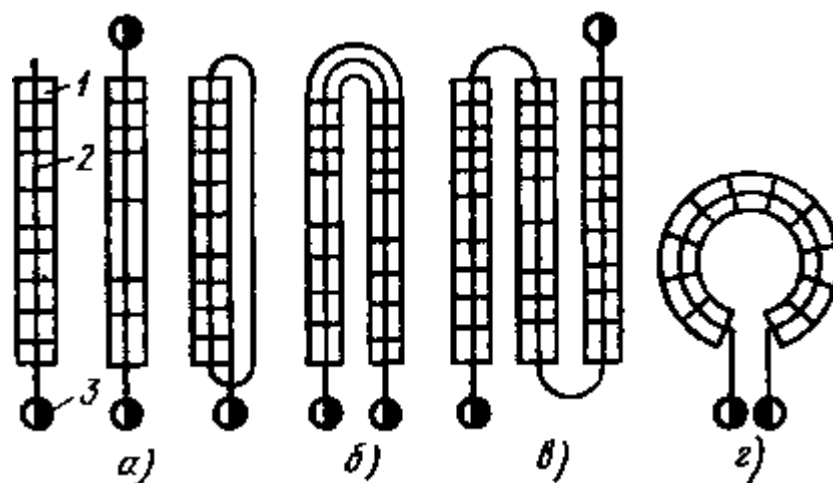
Постоянное развитие современных технологий, предъявляет к электроприводу повышенные требования относительно точности движения, как в статике, так и в динамике, быстродействия и надежности. Это требует применения более сложных методов управления электроприводом, что влечет за собой применение новой элементной базы, силовой и управляющей, позволяющей реализовать данные алгоритмы. Использование в электроприводе микропроцессорной техники, в качестве основы систем управления, дает широкие возможности для создания технически совершенных регулируемых приводов.

На данном этапе развития автоматизированного электропривода имеется возможность значительного улучшения технико-экономических показателей многодвигательных асинхронных электроприводов синхронного вращения, разработки системы многодвигательного асинхронного электропривода с микропроцессорным управлением и автоматическим регулированием скорости вращения двигателей. Таким образом, разработка микропроцессорной системы управления многодвигательным электроприводом переменного тока представляется актуальной задачей.

1 Технологический процесс покрытия проволоки в гальванических ваннах и анализ существующих систем электроприводов автоматизированных линий

Основой оборудования для нанесения покрытий в гальванических цехах являются автоматические линии рисунок 1. По принципу действия их можно разделить на два вида: кареточные автоматы с жестким циклом и авто операторные с программным управлением.

По принципу загрузки автоматы делят на подвесочные (детали загружают и выгружают на подвесках), барабанные или колокольные, шнековые и автоматы для покрытия проволоки и лент.



а – однорядно-прямолинейная; 1 – ванны, 2 – монорельс, 3 – место загрузки или выгрузки, б – овальная, в – многорядная, г – кольцевая (карусельная)

Рисунок 1.1 – Расположение ванн в автоматических линиях

Автоматические линии с жестким циклом. Данные линии характеризуются следующими особенностями: продолжительность всех единичных операций одинакова и равна единичному циклу; промывные ванны устанавливаются после каждой операции, так как перемещение деталей происходит только в одном направлении; перестройка линии на другой вид покрытия связана с большими трудностями; высокая эксплуатационная надежность.

К автоматам жесткого цикла относятся кареточные оральные (КОп, КОб, АГ-35, АГ-37), кареточные круглые (ККп, АГ-25), карусельные (КСп, КСб), шнековые.

Кареточные автоматические линии (рисунок 1.2) предназначены для нанесения различных видов покрытия: оцинкования, кадмирования, анодирования, никелирования, хромирования и др. Допускается применение линий при использовании двух незначительно различающихся процессов,

например цинкования с пассивированием и без пассивирования. Возможно получение различной толщины покрытий в результате изменения темпа выхода подвесок.

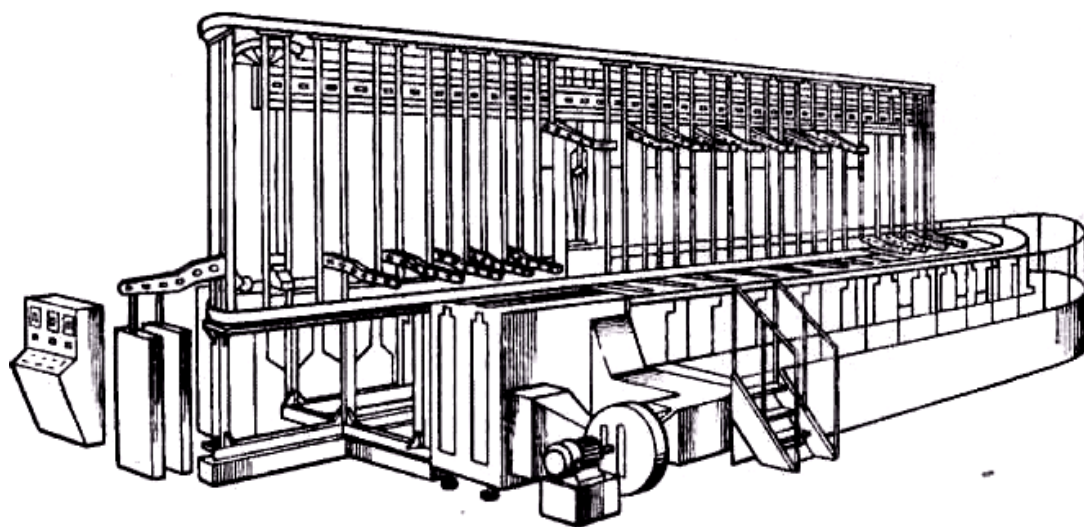
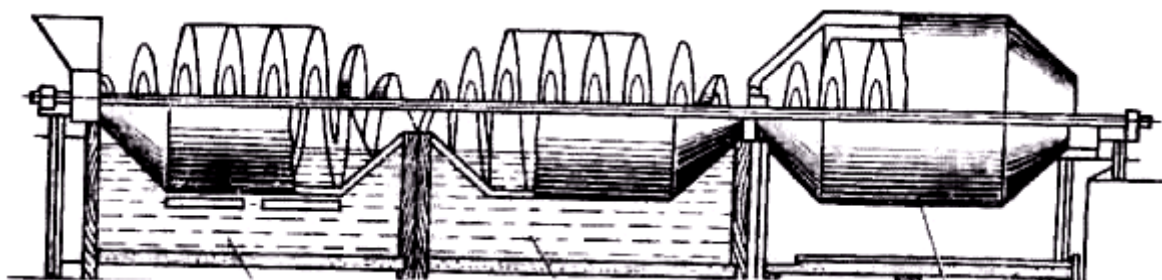


Рисунок 1.2 – Кареточная овальная подвесочная автоматическая линия



1 – ванна для нанесения покрытий, 2 – ванна для промывки
3 – сушильный барабан

Рисунок 1.3 – Шнековый автомат

Кареточные овалы автоматические линии состоят из набора клапанов, смонтированные овалу строгой технологической последовательности. Между рядами клапанов механизма передачи в переводе с английского название ванна в ванной комнате и перемещать их вдоль линии. Вертикальное перемещение Франция произведено удаление или уменьшение Франция с помощью моста. Горизонтальное движение вдоль автоматической линии вы поднимаете были такого механизма горизонтального перемещения, передвигающими перевозки перевозки позицию. Тележки используются для горизонтального перемещения английский и кто такие Гиды в вертикальном положении, чтобы двигаться. Все авто в тяжелой форме во время ее перемещения, замкнутой цепи.

Характер импульсного движения. Зона загрузки и выгрузки деталей расположены в той части линии.

Линейная слот-машина состоит из однопозиционных и многопозиционных клапанов. Однопозиционные ванны предназначены для эксплуатации промывка, активация, осветления и др. И т. д., Несколько ванн комнат предназначены для работы с наиболее работы ритм-машины (например, покрытие из меди, никеля и других). Переключение ванна как функция положения в автоматической линии могут быть прямолинейными или овальными.

Крышка провода и ленты, используемые для специальной техники и транспортеры, установки, которая состоит из трех независимых узлов: размоточного специального инструмента, крышка агрегата (серия Ван), и устройств для намотки проволоки залива после покрытия.

Покрытие проволоки с помощью специальной машины, который состоит из ряда клапанов, которая постоянно расширяется на интерпретацию темы. После сообщения банка о взыскании бухт, кабельных барабанов.

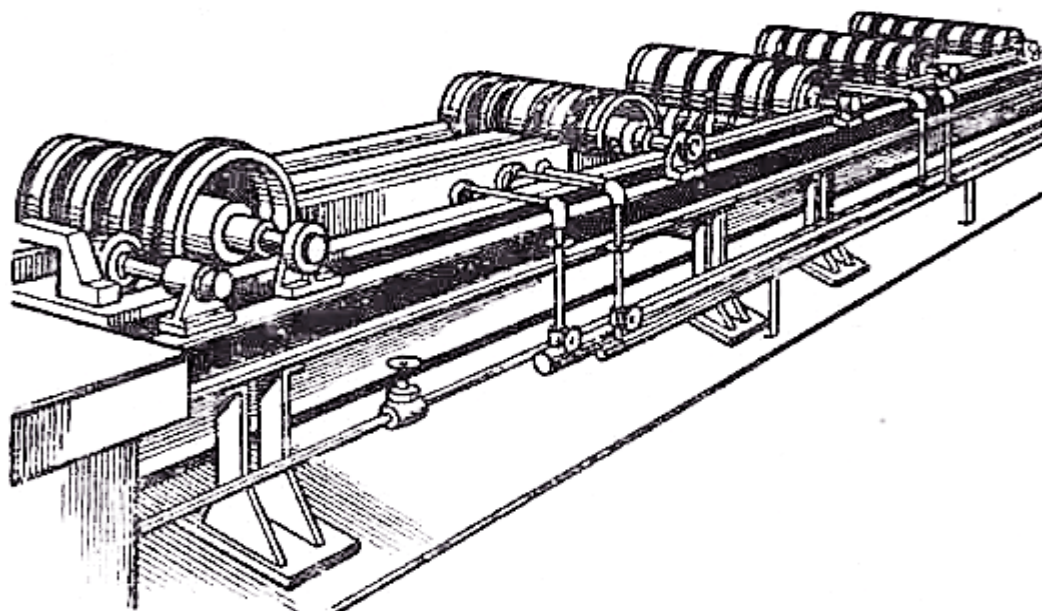
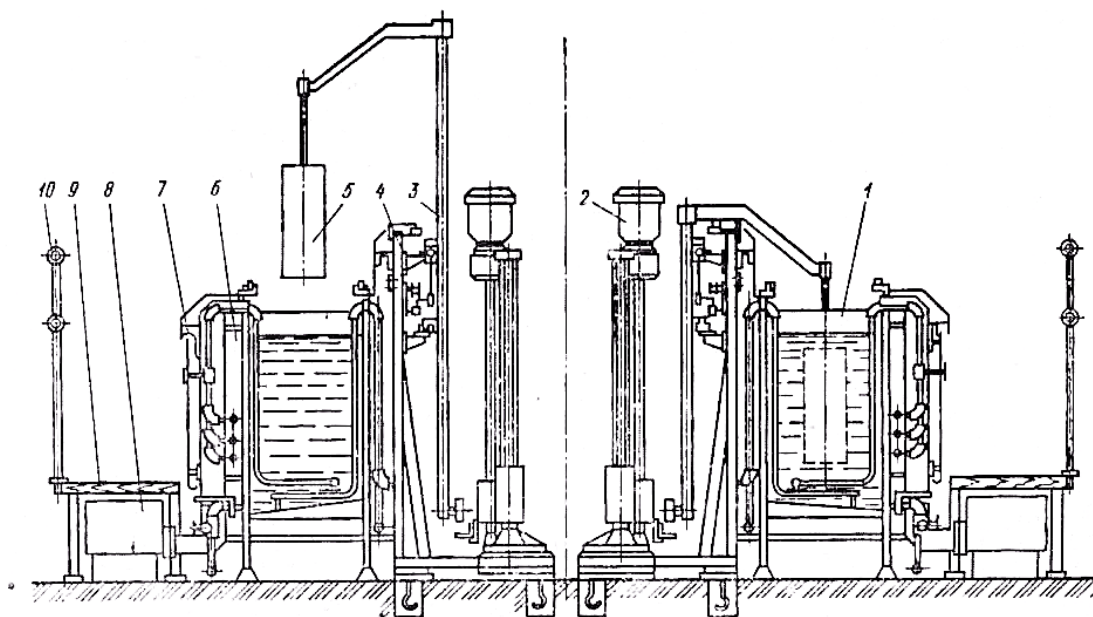


Рисунок 1.4 – Автомат для покрытия проволоки с горизонтальным расположением ее в ваннах



1 – ванна покрытия, 2 – механизмы подъема, 3 – каретка, 4 – станина,
5 – подвеска, 6 – отсос бортовой, 7 – трубопровод,
8 – вентиляционный коллектор, 9 – мостики, 10 – перила.

Рисунок 1.5 – Автомат для покрытия проволоки с вертикальным расположением ее в ваннах

Принцип работы такой машины делится на три вида: слот-машин вертикального провода ванны, игровые автоматы, горизонтальные и провода, интонации края, при перемещении ванны в ванной, прямая линия игровые автоматы, в том числе тему, когда вы выходите из ванны кресты специальный направляющие без перегиба.

Автоматические линии типа АГ-35 (рисунок 1.5) предназначены для различных гальванических покрытий деталей на подвесках или в барабанах. Конструкция линий агрегатная, из унифицированных узлов. Схема расположения клапанов овал. "Кадки располагаются в порядке исполнения операционных процессов. Подъем и спуск баров обрабатываемых деталей в лифте механизма, расположенного внутри клетки; горизонтальное передвижение по пандусу (на английском языке) рельсов грейферными правилами механизм для горизонтального перемещения.

В автооператорных линий последовательность операций определяется программой, вносимой в командоаппарат линии. Эта программа автооператоры информации о маршруте в соответствии с процессом. Автооператор выполнять горизонтальное и вертикальное (подъем и спуск), переезд в помощь индивидуальный заказ, состоящий из двигателя и редуктора. Управление трафиком autoops согласуется и связанные с электродвигателем.

По способу монтажа автооператоров различают консольные, тельферные и порталные автоматические линии.

Консольные автооператоры смонтированы на L-образной формы, делая усиленный грунт. Объем по загрузке операторов не превышает 980 Н.

Портальные автооператоры применяют в обработке часть большой массы, они устанавливаются на мосты. Железнодорожной версии автооператоров лежит на двух сторонах по краям клапанов. Автооператоры производства, оба с одним и двумя механизмами захвата.

Тельферные автооператоры расположены на монорельсовой дороге, расизм, право, выше-линии руководства.

В зависимости от положения клапанов автооператорные линии могут быть одно и двух строк, овальной или прямоугольной формы. Обработка деталей может производиться на подвесках и роликах одновременно и по отдельности. Национальная промышленность разработала серию авто-тематические автооператорных линий управления программы объем от 2 до 60 м²/ч на такой линии, подключите линии АП; АК; АР. Автооператорные линии обрезать нормализовать узлы: сталь, автооператоры, кадки, сайты, ремонт, командоаппарата. Автооператорные линии, а также запасные ванная комната, фильтрационными удобства и ванна селективной очистки.

"Линии цинкования ЛАГ-35м может быть использовано в изоляционных деталей подвески, и включает небольшую часть батареи. Автоматические линии покрытия деталей ролики имеют овальную, квадратную, и чаще всего прямоугольную структуру.

Необходимо прекратить, а также автоматические линии типа АГ, которые будут проводить подавляющее большинство операций обработки, электрохимической штук без участия работников. Само-матические линии АГ-24, АГ-32, АГ-36, АГ-42 принадлежит к операторным многопроцессорным линиям управляющего программного обеспечения. Обработка деталей может осуществляться в скобках или батареи по одному или нескольким процессам одновременно. Принцип работы жизнь то, что долгое клапан маркеров двигаться автооператоры, который подлежит приостановлению или батареи детали ванны в другую, в соответствии с процессом.

Дизайн линий состоит из однородных узлов, вентили, автооператоры, сушильных агрегатов, командоаппаратов. Номенклатура унифицированных узлов, используемых для привязки данной конкретной линии производства условия.

Игровые автоматы автооператорного типа, которые предназначены для использования в гальванические и химические покрытия деталей подвесок и роликов, один или более процессов. Производительность линии 50 м²/ч линия состоит из ряда арматуры, сушильной камеры, загрузочно-нагрузка, делая, автооператоры тельферного типа и деталей. Над ванной по монорельсовому пути, чтобы двигаться автооператоры и транспортировки стоп (барабаны) согласно графику. Линия оснащена устройствами для контроля и автоматического регулирования температуры, сигнализаторы уровня и решений. Погрузка и разгрузка задержки (барабаны) производится в основном вручную.

Форма барабанов, используемых в промышленности применение покрытия деталей насыпью, однако, очень разнообразны. Подробности процесса

лечения, внутренне перемещенных во время вращения или качения барабана. Движение роликов может быть физическое или мотор - редуктор или мотор-редуктор является общим для всех позиций. Различают барабаны, в знак солидарности с мотором редуктором и барабанами, который был мотор-редукторы, размещаемые на каждом шаге установки, или есть мотор редуктор (или нескольких передач) Автоматическая линия. В первом случае есть вероятность смещения частей не только ванну, но выше, в случае установки и поддержки, что способствует более полному удалению растворов и промывки деталей и барабана. Недостатком барабанов такого типа является чувствительность " передача коррозии испарения клапана, и трата раствора, попадающих на них при миграции в верхней части их другие роллы.

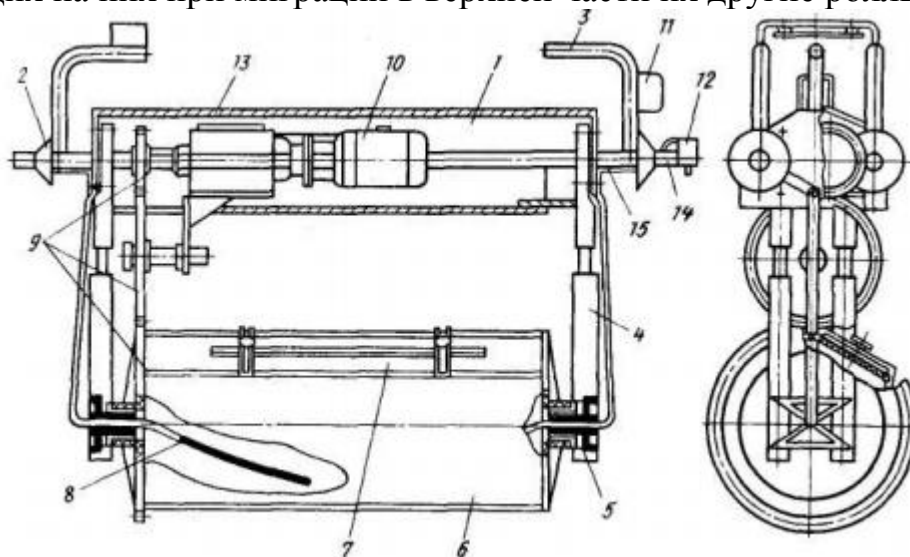


Рисунок 1.6 – Барабан-спутник для нанесения электрохимических покрытий с индивидуальным приводом

На рисунке представлен барабан-спутник, состоящий из сварной рамы 1 с цапфами 2 и транспортными кронштейнами 3. Рама жестко связана с несущими щеками 4 с фторопластовыми подшипниками 5, в которые установлена перфорированная обечайка (барабан) 6 с крышкой 7 и токоподвод 8. Вращение барабана передается через систему шестерни 9 от мотор-редуктора 10. Барабан снабжен также автоматом 11 для защиты электродвигателя, контактным устройством 12 для передачи переменного трехфазного тока напряжением 36 В к двигателю и защитным кожухом 13 от воздействия агрессивной среды. Ток к токоподводам от опор-ловителей передается через втулки 14 и пластины 15.

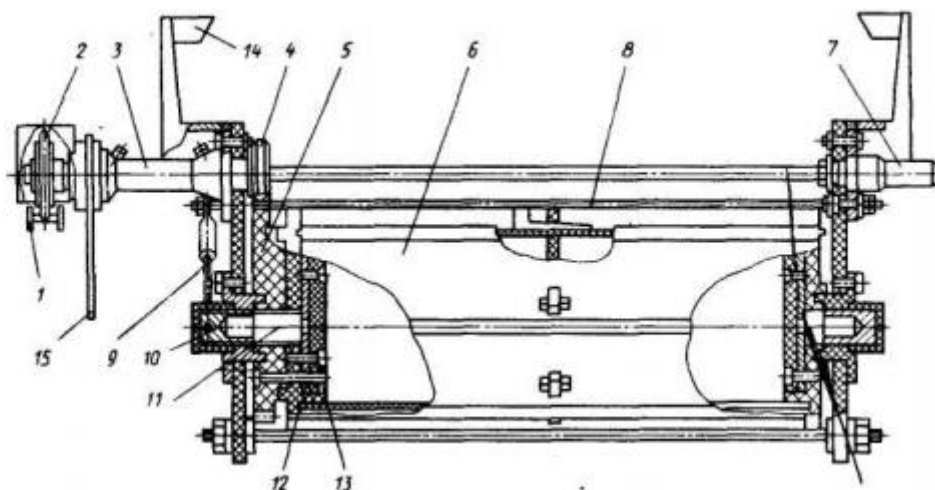


Рисунок 1.7 – Барабан для нанесения электрохимических покрытий с приводом, находящимся вне технологического спутника

На (рисунке 1.7) представлен барабан-спутник с централизованным цепным приводом 1, содержащий приводную звездочку 2, связанную с металлической шестерней 4 с помощью втулки 3. Пластиковое зубчатое колесо 5 крепится к корпусу 6 барабана. Токовая опора 7 связана посредством токопроводов 8 и 9 с бронзовыми подшипниками 10, в которых вращаются валы 11, сопряженные с внутренними 12 и наружными 13 кольцами. Кольца 13 соприкасаются с загруженными в барабан деталями. Для переноса барабана служат транспортные кронштейны 14. Фиксатор 15 центрирует барабан на гальванической ванне.

Размещение зацепленный боковых клапанов имеет следующие преимущества: – массовая технология спутников в комплект; – значительно увеличивает срок службы мотор-редукторов; – вы можете присоединить к вращению барабанов в обратном направлении, в целях обеспечения их автоматической разгрузки и размотки гибкого линии пересечения; – барабаны без каких-либо механизмов и устройств, защитных решений для наиболее простого ремонта. Гибкость автоматических линий, желательно применить мотор-редуктор для каждого модуля, отдельной позиции мотор-редукторы в каждом шаге позиции иррационального.

Ссылка уровне, что компьютерные технологии конвейера завода крышка строк и записей, мы полагаем, что следующим.

Первое условие, важно, что равномерность покрытия и простота в обслуживании объекта. Во время погрузки монтаж кабеля различных диаметров (или полосы разной ширины), плотность тока, и, соответственно, толщина покрытия может быть различной вен равномерное, поскольку плохая циркуляция тока. Также, если линии разных диаметров или полосы разной ширины, в котором вы можете скачать это купание, нужно неодинаковая толщина покрытия, и скорость продвижения проволоки или ленты всей установки должны быть различными. Его не рекомендуется.

Третьим условием является следствием второго и основывается на тех же требованиях, которые являются более полными и, следовательно, экономического использования оборудования (конвейерные установки и Динамо-машины). Материалы для каждой группы проводов рассчитывается отдельно. Распределение групп диаметр проволоки и полосы необходимой ширины, не только для удобства расчета, а также презентации дизайн некоторых деталей, установка (ролики и др. Т. д.) И определение ее размеров, в основном Ширина клапанов.

Вывод

Рассмотренный технологический цикл покрытия проволоки и существующие на сегодняшний день технологии показывают необходимость точной синхронизации МАЭП и использования микропроцессора в качестве управляющего модуля. Выявлены факторы и условия требующие синхронности протекания технологического цикла в процессе покрытия проволоки. Существующие аппараты покрытия проволоки являют собой различные конфигурации и способы регулирования АД связанных электрически и имеющие множество недостатков.

2 Математическое и компьютерное моделирование многодвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения

Точное описание электромагнитных и электромеханических процессов в асинхронном многодвигательный приводов, является сложной комбинацией трех измерениях электрических взаимосвязанных и схемы, магнитные переменной магнитной проницаемостью. Чем больше количество ядер, Маел, сложное математическое описание многодвигательный асинхронный электрический автомобиль.

Сущность моделирования изменения системы реальных, машин и различных элементов шаблона, где они онлайн и можете немного воспроизвести особенности и характеристики реальной системы [7].

При математическом моделировании модель и оригинал разные по своей физической природе, но может быть описана теми же уравнениями. На основании математической модели объекта управления, является система уравнений в виде алгебраических или дифференциальных уравнений, inéquations, логических условий, операторов, и так далее. Представитель суть явления, занимает место в отеле. Самое важное свойство математической модели, ее непротиворечивость, то есть способность отражать наиболее важные особенности исследуемого предмета.

Для того, чтобы создать виртуальную модель multi-электрическая асинхронная машина является проверка теоретических концепций, на основе полученных от работы.

Сегодня есть много программ виртуальных, что позволяет моделировать и исследовать различные Электромеханические Системы. Современных компьютерных технологий, которая основана на совокупный спрос, это дает вам более глубокое изучение вопросов, связанных с оформлением solid-state drive). Они позволяют кардинально изменить и значительно улучшить моделирование технологии, перевести в виртуальной реальности, реализация этих виртуальных лабораторных исследований не требуется для получения количественных результатов.

Моделирование с помощью компьютера, на сегодняшний день, ориентированной на освоение техники пакетов, которая показывает, что функциональность и компьютера. Таким образом, в настоящее время существует ряд программных продуктов, которые не требуют навыков программирования, и получить, благодаря большой возможности для математического моделирования различных классов систем общего пользования.

Анализ программного обеспечения средства математического моделирования рынка информационных технологий выбран пакет расширения визуально-Simulink для моделирования математической системы "Matlab" [8].

Математически Положительную системы Matlab доступ к открытой архитектуре, пользователи могут получить доступ к своим коды гибкий и мощный язык программирования этой системы. Он является одним из лучших и эффективных языков программирования научно-технических расчетов и создать удобный понятный и дружелюбный интерфейс, средства анализа, идентификации, построения и моделирования систем и различных устройств. Версии "Matlab" поставляется вместе с пакетом расширения Simulink, и предназначен для математического моделирования и системной динамики, модели, состоящий из нескольких модулей (компонентов). Он использует принципы визуально-ориентированного программирования, что делает его легче собрать необходимые блоки и соединить их, чтобы сделать модели системы или устройства. Это трудно, уравнение состояния, описание моделей систем и устройств, которые создаются автоматически.

2.1 Особенности математического описания многодвигательных асинхронных электроприводах синхронного вращения

Одной из основных проблем, возникающих в конструкции асинхронного привода, в том числе многодвигательного асинхронного привода синхронного вращения является выбор системы координат, который находится в процессе электромагнитных систем. Однако выбор той или иной системы, оси координат не имеет никакого влияния на реальные физические процессы, двигателей, и является единственным способом описать их. В зависимости от

проблемы использования математических моделей в науках, координаты транспортного средства, ортогональных координатным неподвижными или движущимися в определенной частоте (пространственных векторов), в полярных координатах, или демон координат (тензорные) модель.

При описании процесса электромагнитного индукционного электродвигателя сделанных предположений МАЭП:

- Трехфазная система симметрична, нулевой ток отсутствие;
- Сумма мгновенных значений текущего этапа равен нулю;
- Параметры асинхронного двигателя МАЭП идентичны;
- намагничивающие силы обмоток двигателя распределены синусоидально вдоль окружности воздушного зазора каждого двигателя;
- Потери в стали статора, ротора не существует и сопротивление соединительных кабелей и статорным движущихся схем, которые не входят;
- Насыщение магнитной цепи в двигатели не существуют и их характеристика намагничивания линейна;
- Напряжение, подводимое к обмоткам статора, трехфазный симметричный, статорные и футляров для роторных двигателей в космосе находятся друг от друга на угол 120° . Описания электромагнитных и электромеханических процессов МАЭП последующего использования описаний электрических машин является естественным и ортогональных координат неподвижными или движущимися с определенной частотой.

2.1.1 Математическое описание многодвигательных асинхронных электроприводов синхронного вращения в естественных координатах

Электрическая схема трехфазных асинхронных двигателей МАЭП приведена на рисунке 2.1.

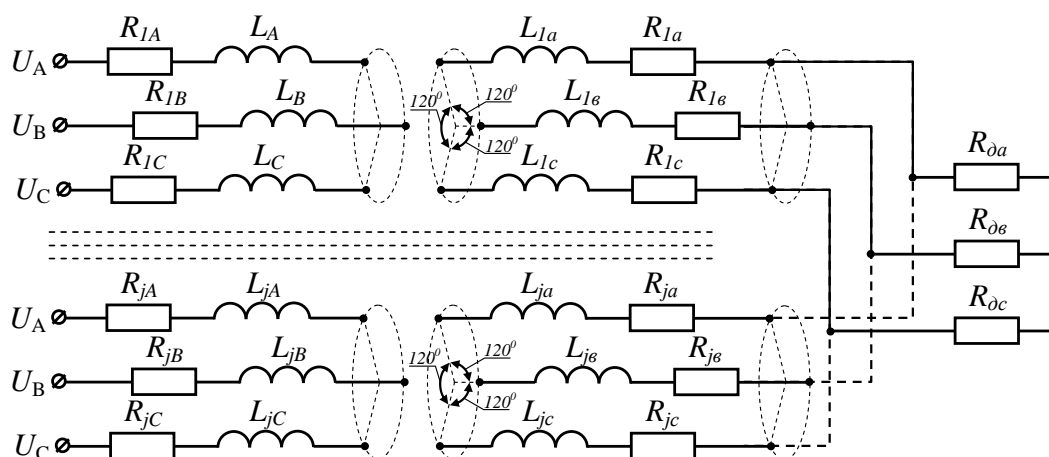


Рисунок 2.1 – Электрическая схема трехфазных асинхронных двигателей МАЭП

Она содержит n -е количество двигателей, с симметричными трехфазными обмотками на статоре и роторе асинхронных двигателей с короткозамкнутым, либо с фазным ротором (пунктирными линиями). Математическое описание такого МАЭП базируется на законах электромагнетизма и законах Кирхгофа.

Уравнение ЭДС на обмотках ротора двигателей базируется на втором законе Кирхгофа.

На рисунке 2.1 приняты следующие обозначения технических параметров двигателей: $R_{1A}, R_{1B}, R_{1C}, \dots, R_{jA}, R_{jB}, R_{jC}$ – соответственно, активные сопротивления фаз статора первого, ..., j -го двигателей; $R_{1a}, R_{1b}, R_{1c}, \dots, R_{ja}, R_{jb}, R_{jc}$ – соответственно, активные сопротивления фаз ротора первого, ..., j -го двигателей; $L_{1A}, L_{1B}, L_{1C}, \dots, L_{jA}, L_{jB}, L_{jC}$ – соответственно, собственные индуктивности фаз статора первого, ..., j -го двигателей; $L_{1a}, L_{1b}, L_{1c}, \dots, L_{ja}, L_{jb}, L_{jc}$ – соответственно, собственные индуктивности фаз ротора первого, ..., j -го двигателей; L_{1m}, \dots, L_{jm} – взаимные индуктивности между фазами статоров и роторов первого, ..., j -го двигателей; U_A, U_B, U_C – напряжение фаз статора двигателей; $U_{1a}, U_{1b}, U_{1c}, \dots, U_{ja}, U_{jb}, U_{jc}$ – соответственно, напряжения фаз ротора двигателей; $R_{\partial a}, R_{\partial b}, R_{\partial c}$ – дополнительные активные сопротивления фаз в общей цепи ротора, при электрической связи для синхронного вращения.

С учетом вышечисленных общепринятых допущений, асинхронные двигатели МАЭП можно описать следующими дифференциальными уравнениями, записанные для обмоток статора и ротора:

$$\left\{ \begin{array}{l} u_{jA} = R_{jA} \cdot i_{jA} + \frac{d\psi_{jA}}{dt} \\ u_{jB} = R_{jB} \cdot i_{jB} + \frac{d\psi_{jB}}{dt} \\ u_{jC} = R_{jC} \cdot i_{jC} + \frac{d\psi_{jC}}{dt} \\ u_{ja} = R_{ja} \cdot i_{ja} + \frac{d\psi_{ja}}{dt} \\ u_{jb} = R_{jb} \cdot i_{jb} + \frac{d\psi_{jb}}{dt} \\ u_{jc} = R_{jc} \cdot i_{jc} + \frac{d\psi_{jc}}{dt} \end{array} \right. \quad (2.1)$$

где $u_{1A}, u_{1B}, u_{1C}, u_{jA}, u_{jB}, u_{jC}$ и $u_{1a}, u_{1b}, u_{1c}, u_{ja}, u_{jb}, u_{jc}$ – соответственно, фазные напряжения обмоток статоров и роторов первого, ..., j -го двигателей МАЭП, В;

$i_{1A}, i_{1B}, i_{1C}, i_{jA}, i_{jB}, i_{jC}$ и $i_{1a}, i_{1b}, i_{1c}, i_{ja}, i_{jb}, i_{jc}$ – соответственно, фазные токи статора и ротора первого, ..., j -го двигателей, А;

$R_{1A}, R_{1B}, R_{1C}, R_{jA}, R_{jB}, R_{jC}$ и $R_{1a}, R_{1\beta}, R_{1c}, R_{ja}, R_{j\beta}, R_{jc}$ - соответственно, активные сопротивления фаз статора и ротора первого, ..., j -го двигателей, Ом;

$\Psi_{1A}, \Psi_{1B}, \Psi_{1C}, \Psi_{jA}, \Psi_{jB}, \Psi_{jC}$ и $\Psi_{1a}, \Psi_{1\beta}, \Psi_{1c}, \Psi_{ja}, \Psi_{j\beta}, \Psi_{jc}$ - соответственно, потокосцепления фаз статора и ротора первого, ..., j -го двигателей, Вб;
 t – время, с.

В случае, электрической связи по роторным цепям уравнения роторных обмоток двигателей имеют вид:

$$\begin{cases} u_{ja} = R_{ja} \cdot i_{ja} + \sum_{j=1}^n i_{ja} R_{\partial a} + \frac{d\psi_{ja}}{dt} \\ u_{j\beta} = R_{j\beta} \cdot i_{j\beta} + \sum_{j=1}^n i_{j\beta} R_{\partial \beta} + \frac{d\psi_{j\beta}}{dt} \\ u_{jc} = R_{jc} \cdot i_{jc} + \sum_{j=1}^n i_{jc} R_{\partial c} + \frac{d\psi_{jc}}{dt} \end{cases} \quad (2.2)$$

Следующим законом, используемым при описании электромагнитных процессов в электрических машинах, является закон Ампера, который связывает потокосцепления обмоток статора и ротора с токами, протекающими по обмоткам и собственными, взаимными индуктивностями между обмотками.

$$\begin{cases} \Psi_{jA} = L_{jAA} \cdot i_{jA} + L_{jAB} \cdot i_{jB} + L_{jAC} \cdot i_{jC} + L_{jAa} \cdot i_{ja} + L_{jA\beta} \cdot i_{j\beta} + L_{jAc} \cdot i_{jc}; \\ \Psi_{jB} = L_{jBA} \cdot i_{jA} + L_{jBB} \cdot i_{jB} + L_{jBC} \cdot i_{jC} + L_{jBa} \cdot i_{ja} + L_{jB\beta} \cdot i_{j\beta} + L_{jBc} \cdot i_{jc}; \\ \Psi_{jC} = L_{jCA} \cdot i_{jA} + L_{jCB} \cdot i_{jB} + L_{jCC} \cdot i_{jC} + L_{jCa} \cdot i_{ja} + L_{jC\beta} \cdot i_{j\beta} + L_{jCc} \cdot i_{jc}; \\ \Psi_{ja} = L_{jaA} \cdot i_{jA} + L_{jaB} \cdot i_{jB} + L_{jaC} \cdot i_{jC} + L_{jaa} \cdot i_{ja} + L_{ja\beta} \cdot i_{j\beta} + L_{jac} \cdot i_{jc}; \\ \Psi_{j\beta} = L_{j\beta A} \cdot i_{jA} + L_{j\beta B} \cdot i_{jB} + L_{j\beta C} \cdot i_{jC} + L_{j\beta a} \cdot i_{ja} + L_{j\beta\beta} \cdot i_{j\beta} + L_{j\beta c} \cdot i_{jc}; \\ \Psi_{jc} = L_{jcA} \cdot i_{jA} + L_{jcB} \cdot i_{jB} + L_{jcC} \cdot i_{jC} + L_{jca} \cdot i_{ja} + L_{jc\beta} \cdot i_{j\beta} + L_{jcc} \cdot i_{jc}; \end{cases} \quad (2.3)$$

где $L_{jAA}, L_{jBB}, L_{jCC}$ и $L_{jaa}, L_{j\hat{a}\hat{a}}, L_{jcc}$ - собственные индуктивности фаз статора и ротора j -го двигателя;

$L_{jAB}, L_{jAC}, L_{jAa}, L_{jA\beta}, L_{jAc}, L_{jBA}, L_{jBC}, L_{jBa}, L_{jBB}, L_{jBB}, L_{jCC}, L_{jCC}, L_{jCC}, L_{jCC}, L_{jCC}, L_{jaA}, L_{jaB},$

$L_{jaC}, L_{j\beta A}, L_{j\beta B}, L_{j\beta C}, L_{j\beta a}, L_{j\beta\beta}, L_{j\beta c}, L_{jcc}$ - взаимные индуктивности между

соответствующими обмотками в индексах.

Углы между осями обмоток A и a , B и β , C и c двигателей МАЭП определяются, как:

$$\begin{aligned}
\theta_{j\alpha A} &= \theta_{j\alpha a} = \theta_j; & \theta_{j\alpha a} &= \theta_{j\alpha A} = \theta_j - 120^\circ; \\
\theta_{j\alpha C} &= \theta_{j\alpha c} = \theta_j + 120^\circ; \\
\theta_{j\beta A} &= \theta_{j\beta a} = \theta_j + 120^\circ; & \theta_{j\beta a} &= \theta_j; & \theta_{j\beta C} &= \theta_{j\beta c} = \theta_j - 120^\circ; \\
\theta_{j\beta C} &= \theta_{j\beta c} = \theta_j - 120^\circ; & \theta_{j\beta c} &= \theta_j; & \theta_{j\beta A} &= \theta_{j\beta a} + 120^\circ
\end{aligned}
\tag{2.4}$$

Подставляя уравнения (2.3) и (2.4) в уравнение (2.1) получим систему громоздких реальных уравнений, соответствующей с рисунком 2.1. Решение уравнений (2.1) с учетом (2.3), (2.4) представляет сложную задачу. Для упрощения полученных выражений, необходимо привести МАЭП с реальными трехфазными асинхронными двигателями к МАЭП с эквивалентными двухфазными машинами.

При этом число электрических контуров существенно сокращается, и как следствие, число уравнений, описывающие электромагнитные процессы в МАЭП.

При преобразовании должны быть инвариантными: МДС фазы обмотки; потоки Φ и потокосцепления Ψ ; число полюсов и асинхронная частота вращения двигателей; потери; момент; электромагнитная мощность; мощность на валу и другие энергетические показатели.

2.1.2 Уравнения многодвигательного асинхронного электропривода в пространственных векторах

Описание электромагнитных процессов в асинхронных двигателях МАЭП пространственных векторов.

Описание трехфазных асинхронных двигателей-ориентированной, произведенных в рамках пространства, то есть на пространственных (или синтеза) векторы. При этом трехфазные переменные в асинхронные двигатели: магнитодвижущее силы (МДС), напряжение на статоре, и ротора, токи в обмотках статора и ротора, потокосцепления статора и ротора могут быть представлены пространственные вектора, например, пространственный вектор МДС:

$$\overline{F}_1 = aF_1, \quad (2.5)$$

где a – матрица-строка;

F_1 – матрица-столбец мгновенных значений МДС фаз.

Матрица строка a и матрица столбец F_1 записываются как:

$$a = \left(\frac{2}{3}\right) [1 \quad a \quad a^2],$$
$$F_1 = \begin{bmatrix} F_{1A} \\ F_{1B} \\ F_{1C} \end{bmatrix}, \quad (2.6)$$

$$\text{где } a = e^{j\frac{2\pi}{3}} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}; \quad a^2 = e^{j\frac{4\pi}{3}} = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Поскольку, пространственный вектор вращается в плоскости комплексного переменного, его можно представить в декартовых координатах, например пространственный вектор МДС:

$$\overline{F}_1 = f_{1x} + jf_{1y}, \quad (2.7)$$

где f_{1x} , f_{1y} – проекции пространственного вектора на оси координат x и y , связанные с неподвижным трехфазным статором АД.

При описании процесса электромагнитной индукции в двигатели могут быть использованы в системе координат, связанной с фазным ротором. И неподвижно, относительно первого, а также опорной системы координат, которые могут быть выбраны произвольно относительно системы координат. Эта система рассматривается как вращающееся электрическое поле в пространстве синхронно с угловой скоростью, равной угловой частоте

напряжения. Мгновенное значение угла поворота этой системы по сравнению с системой координат статора представляют через .

Методика преобразования координатной оси является эффективным методом для решения задач в области электротехники и позволяет выполнить анализ переходных процессов для получения системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. В качестве новой переменной для обновления проекции переменных в новые координаты оси. Преобразование координат равно изменению электрических цепей (или их части), которая определяет взаимодействие между электромеханического происхождения системы координат контуров, вращение в пространстве, скорость вращения выбранной координатной оси.

Когда координатное преобразование электрического транспорта и его пары должны оставаться нетронутыми, и результаты потокосцепления двигателя должны оставаться нетронутыми. Частота ЭДС и тока преобразуется в цепи будет отличаться от значения для исходного контура.

Подключение записи пространственных векторов, например, миелодиспластический синдром, системы координат, а вход в статорной или системы определяется как:

$$\bar{F}_{\alpha-\beta} = F_{\max} e^{j\theta} e^{-j\theta_c} = \bar{F}_{x-y} e^{j\theta_c}, \quad (2.8)$$

$$\bar{F}_{x-y} = \bar{F}_{\alpha-\beta} e^{j\theta_c}, \quad (2.9)$$

$$\bar{F}_{\alpha-\beta} = F_{\max} e^{j(\theta-\theta_c)} e^{j\theta_2} = \bar{F}_{d-q} e^{-j(\theta_c-\theta_2)}, \quad (2.10)$$

$$\bar{F}_{d-q} = \bar{F}_{\alpha-\beta} e^{j(\theta_c-\theta_2)}, \quad (2.11)$$

где θ – угол вектор \bar{F} относительно оси x ;

θ_2 – угол между статорной и роторной системы координат.

2.1.3 Математическое описание многодвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения в приращениях

"Вложение двигательной системы, электрическое соединение между роторами навязывает свои собственные характеристики, характер выделений во время переходных процессов запуска, остановки и резкие изменения нагрузки в процессе эксплуатации. Больше двигателей в рамках Mael, более сложного анализа переходных процессов в электрических машинах. Наибольший интерес, на практике, изменения в значениях угла рассогласования и менять их в процессе.

Уравнения электрического и механического равновесия многодвигательный асинхронный электродвигатель электрическое соединение между ротором схемы различных потоков нелинейными, что усложняет аналитическое

исследование динамики процессов. Линеаризация системы уравнений в области малых отклонений от точки статического равновесия значительно упрощает анализ переходных процессов в системе.

При $S = 0 \div S_m$ каждого асинхронного двигателя система Matlab отделена от правой части-механическая особенность описывается уравнением по формуле:

$$\begin{aligned}\omega_0 - \omega_1 &= \frac{(1 + T_{\varepsilon_1} p) M_1}{\beta_1}; \\ \omega_0 - \omega_2 &= \frac{(1 + T_{\varepsilon_2} p) M_2}{\beta_2}; \\ \omega_0 - \omega_3 &= \frac{(1 + T_{\varepsilon_3} p) M_3}{\beta_1};\end{aligned}\quad (2.12)$$

где $\omega_0 - \omega_3 = \frac{(1 + T_{\varepsilon_3} p) M_3}{\beta_1}$; $\beta_{1,2,3} = \frac{2M_{m1,2,3}}{\omega_0 S}$ – модуль жесткости линеаризованной механической характеристики,

$$T_{\varepsilon 1,2,3} = \frac{1}{\omega_{\text{эвл}} S_{m1,2,3}} \quad \text{– электромагнитная постоянная времени}$$

двигателей.

Благодаря электрической силовой связи роторов все двигатели системы МАЭП СВ оказываются взаимосвязанными. При этом для упрощения данной системы целесообразно выразить силовую роторную связь через приращения угловых положений роторов отдельных двигателей относительно друг друга, например:

$$\Delta\omega_{12} = \pm k_{12}(\theta_1 - \theta_2), \quad \Delta\omega_{13} = \pm k_{13}(\theta_1 - \theta_3), \quad \Delta\omega_{23} = \pm k_{23}(\theta_2 - \theta_3). \quad (2.13)$$

Тогда линеаризованные уравнения движения МАЭП и трех асинхронных двигателей можно записать в виде [9]:

$$\begin{aligned}\left(1 + \frac{1}{\omega_{0\text{эл}} S_{m1}} P\right) M_1 &= \frac{2M_{m1}}{\omega_0 S_{m1}} [\omega_0 - \omega_1 - (\Delta\omega_{12} + \Delta\omega_{13})]; \\ M_1 - M_{c1} &= J_1 p \omega_1; \\ \left(1 + \frac{1}{\omega_{0\text{эл}} S_{m2}} P\right) M_2 &= \frac{2M_{m2}}{\omega_0 S_{m2}} [\omega_0 - \omega_2 - (\Delta\omega_{21} + \Delta\omega_{23})]; \\ M_2 - M_{c2} &= J_2 p \omega_2; \\ \left(1 + \frac{1}{\omega_{0\text{эл}} S_{m3}} P\right) M_3 &= \frac{2M_{m3}}{\omega_0 S_{m3}} [\omega_0 - \omega_3 - (\Delta\omega_{31} + \Delta\omega_{32})]; \\ M_3 - M_{c3} &= J_3 p \omega_3,\end{aligned}\quad (2.14)$$

где M_1, M_2, M_3 (н·м) – соответственно моменты,
 $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ (рад/сек) – скорости двигателей;
 M_{c1}, M_{c2}, M_{c3} (н·м) – статические моменты нагрузки на валах соответствующих двигателей.
 J_1, J_2, J_3 (кг·м²) – приведенные моменты инерции элементов, связанных с двигателем;
 $\Delta\omega_{12}, \Delta\omega_{13}, \Delta\omega_{23}$ (рад/сек) – рассогласование скоростей вращения между двигателями.

Выше приведенные линеаризованные уравнения МАЭП позволяют моделировать и анализировать динамические и статические режимы работ.

2.2 Математическая модель многодвигательного асинхронного электропривода с тиристорными преобразователями напряжения

2.2.1 Математическое описание однодвигательного электропривода системы «тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный двигатель»

Известная блок-схема " однодвигательного асинхронного электропитания регулируемым напряжением на статоре, линеаризованная Грузии, фаза механические характеристики двигателя и соответствующую функциональную блок-схема montre2.2 представленные на рис. 2.3 [10].

Отклонение напряжения U_1 в статора и асинхронного двигателя (АД) частота питающей f_1 осуществляется изменить угол регулирования, θ , что охлаждение преобразователя напряжения (ГРП) на основе тиристоров, которые включены встречно-параллельно в каждой фазе статора ад. Угол θ образуется режущая система-фазового управления (СИФУ является) по версии WBC. На регулятор тока (РТ) и регулятор скорости (Ср) обеспечить необходимый переходный процесс, системы ТПН-АД. В целях обеспечения режима работы системы ТПН-АД скорость соединения.

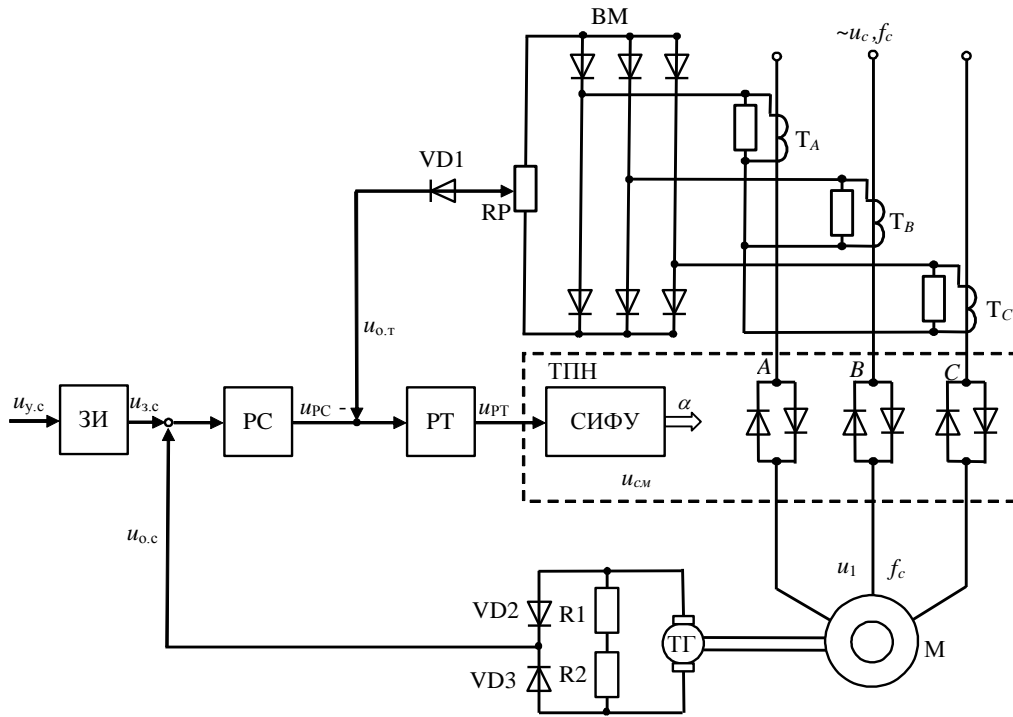


Рисунок 2.2 – Функциональная схема асинхронного электропривода с регулируемым напряжением на статоре

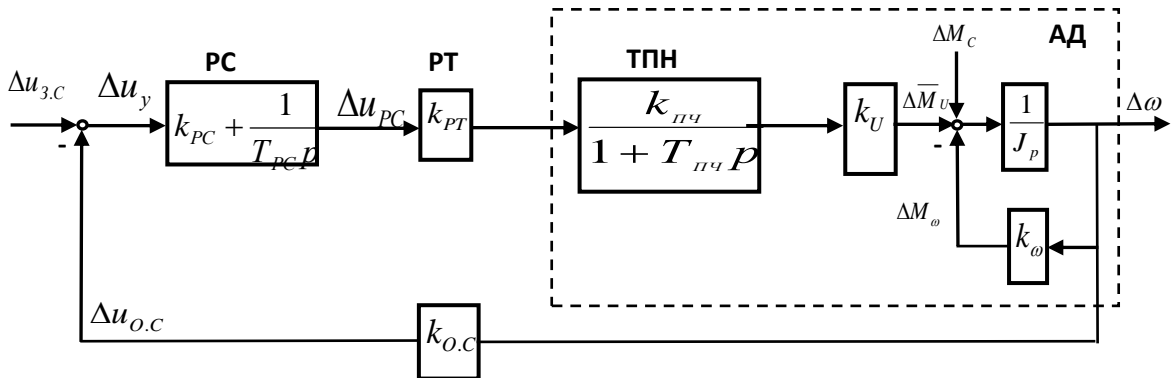


Рисунок 2.3 – Структурная схема ТПН-АД с обратной связью по скорости

Математическое описание динамики системы ТПН-АД с отрицательной обратной связью по скорости запишем следующими уравнениями согласно передаточным функциям этой системы.

Уравнением движения на основе w_1

$$\frac{\Delta \omega}{\Delta M - k_{\omega} \Delta \omega - \Delta M_{c1}} = \frac{1}{JP} \quad (2.15)$$

ИЛИ

$$\frac{d\Delta\omega}{dt} = \frac{k_u}{J} \Delta U_1 - \frac{k_\omega}{J} \Delta\omega - \frac{1}{J} \Delta M_c \quad (2.16)$$

Уравнением тиристорного преобразователя напряжения на основе w_2

$$\frac{\Delta U_1}{\Delta U_{PT}} = \frac{k_{nn}}{T_{nn}p + 1} \quad (2.17)$$

Так как $\Delta U_{PT} = k_{PT} \Delta U_{PC}$, то уравнение (2.3) можно записать в следующем виде:

$$\frac{d\Delta U_1}{dt} = \frac{k_{nn} k_{PT}}{T_{nn}} \Delta U_{PC} - \frac{1}{T_{nn}} \Delta U_1 \quad (2.18)$$

Уравнением регулятора скорости на основе w_3

$$\frac{\Delta U_{PC}}{\Delta U_{XC} - k_{OC} \Delta\omega} = \frac{T_1 p + 1}{T_2 p} = k_{PC} + \frac{1}{T_2 p} \quad (2.19)$$

где $k_{PC} = \frac{T_1}{T_2}$,

или

$$\frac{d\Delta U_{PC}}{dt} = \frac{1}{T_2} \Delta U_{XC} - \frac{T_1 k_{OC}}{T_2} \frac{d\Delta\omega}{dt} - \frac{k_{OC}}{T_2} \Delta\omega \quad (2.20)$$

В выше приведенных уравнениях:

J – момент инерции;

k_ω – коэффициент изменения моментов двигателя при отклонении его скорости;

k_{nn} – коэффициент передачи ТПН;

k_{PT} – коэффициент обратной связи по току;

k_{OC} – коэффициент обратной связи по скорости;

T_{nn} – постоянная времени ТПН;

T_1 и T_2 – постоянные времени ПИ-регулятора скорости.

2.2.2 Составление структурной схемы многодвигательного асинхронного электропривода с тиристорными преобразователями напряжения.

Математическое описание МАЭП с тиристорными преобразователями рассмотрим на основе функциональной схемы приведенной на рисунке 2.4 МАЭП с ТПН и по ней составлена структурная схема, приведенная на рисунке

2.5. МАЭП с ТПН состоит из трех идентичных систем ТПН-АД с обратными отрицательными связями по скорости. Для обеспечения синхронного вращения вала ротора каждого двигателя введены дополнительные обратные связи по рассогласованию скоростей двигателей. Уравнения рассогласования имеют вид:

$$\begin{aligned}\varphi_1 &= k_{c1} (\Delta\omega_2 - \Delta\omega_1) \\ \varphi_2 &= k_{c2} (\Delta\omega_3 - \Delta\omega_2) \\ \varphi_3 &= k_{c3} (\Delta\omega_1 - \Delta\omega_3)\end{aligned}\tag{2.21}$$

Отметим, что напряжение рассогласования φ_1 подается с соответствующими знаками на вход ТПН₁ (+) и ТПН₂ (-), а φ_2 на вход ТПН₂ (+) и ТПН₃ (-), и φ_3 на вход ТПН₁ (-) и ТПН₃ (+).

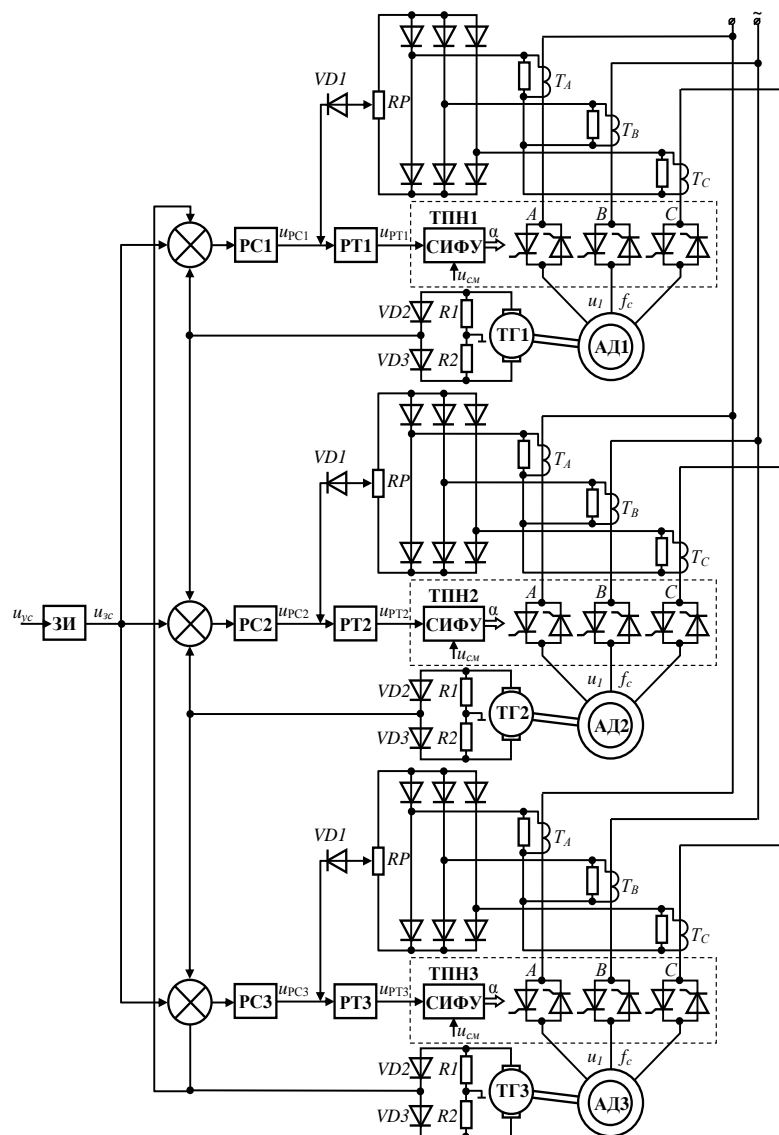


Рисунок 2.4 – Функциональная схема МАЭП с ТПН

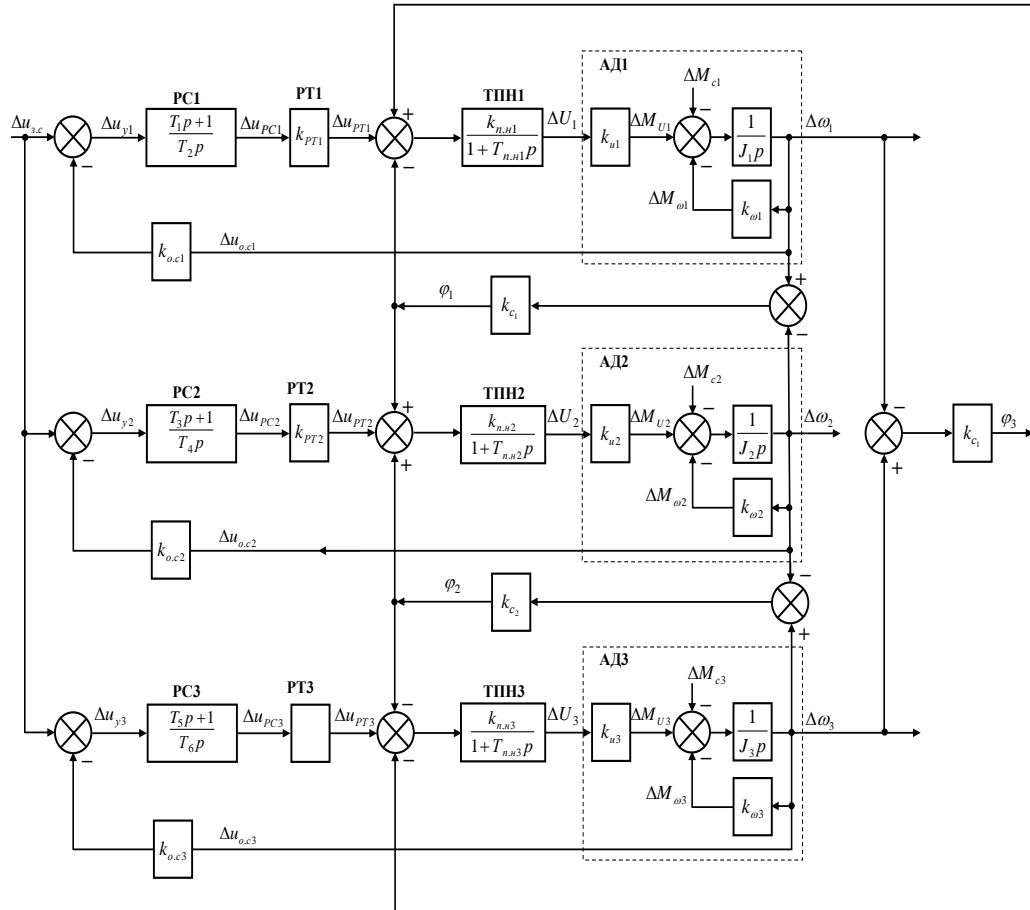


Рисунок 2.5 – Структурная схема МАЭП с ТГН с обратными связями рассогласования скоростей

Согласно структурной схеме дифференциальные уравнения динамики МАЭП с ТГН с обратными связями по скорости и рассогласования скоростей, имеют вид:

$$\left\{ \begin{array}{l}
\frac{d\Delta\omega_1}{dt} = \frac{k_U}{J} \Delta U_1 - \frac{k_\omega}{J} \Delta\omega_1 - \frac{1}{J} \Delta M_{c_1} \\
\frac{d\Delta U_1}{dt} = \frac{k_{nn}}{T_{nn}} (k_{PT} \Delta U_{PC_1} - \varphi_3 + \varphi_1) - \frac{1}{T_{nn}} \Delta U_1 \\
\frac{d\Delta U_{PC_1}}{dt} = \frac{1}{T_2} \Delta U_{3C} - \frac{k_{OC_1} T_1}{T_2} \frac{d\Delta\omega_1}{dt} - \frac{k_{OC_1}}{T_2} \Delta\omega_1 \\
\\
\frac{d\Delta\omega_2}{dt} = \frac{k_U}{J} \Delta U_2 - \frac{k_\omega}{J} \Delta\omega_2 - \frac{1}{J} \Delta M_{c_2} \\
\frac{d\Delta U_2}{dt} = \frac{k_{nn}}{T_{nn}} (k_{PT} \Delta U_{PC_2} - \varphi_1 + \varphi_2) - \frac{1}{T_{nn}} \Delta U_2 \\
\frac{d\Delta U_{PC_2}}{dt} = \frac{1}{T_2} \Delta U_{3C} - \frac{k_{OC_2} T_1}{T_2} \frac{d\Delta\omega_2}{dt} - \frac{k_{OC_2}}{T_2} \Delta\omega_2 \\
\\
\frac{d\Delta\omega_3}{dt} = \frac{k_U}{J} \Delta U_3 - \frac{k_\omega}{J} \Delta\omega_3 - \frac{1}{J} \Delta M_{c_3} \\
\frac{d\Delta U_3}{dt} = \frac{k_{nn}}{T_{nn}} (k_{PT} \Delta U_{PC_3} - \varphi_2 + \varphi_3) - \frac{1}{T_{nn}} \Delta U_3 \\
\frac{d\Delta U_{PC_3}}{dt} = \frac{1}{T_2} \Delta U_{3C} - \frac{k_{OC_3} T_1}{T_2} \frac{d\Delta\omega_3}{dt} - \frac{k_{OC_3}}{T_2} \Delta\omega_3
\end{array} \right. \quad (2.22)$$

Подставляя вместо φ_1 , φ_2 и φ_3 , уравнений (2.8) уравнение (2.7), а вместо производных $d\Delta\omega_i/dt$ также уравнений (2.8) уравнение (2.2), система уравнений (2.8) приобретает следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l}
\frac{d\Delta\omega_1}{dt} = \frac{k_U}{J} \Delta U_1 - \frac{k_\omega}{J} \Delta\omega_1 - \frac{1}{J} \Delta M_{c_1} \\
\frac{d\Delta U_1}{dt} = \frac{k_{nn} k_{PT_1}}{T_{nn}} \Delta U_{PC_1} - \frac{k_{nn}}{T_{nn}} (k_{c_1} + k_{c_3}) \Delta\omega_1 + \frac{k_{nn}}{T_{nn}} k_{c_1} \Delta\omega_2 + \frac{k_{nn}}{T_{nn}} k_{c_3} \Delta\omega_3 - \frac{1}{T_{nn}} \Delta U_1 \\
\frac{d\Delta U_{PC_1}}{dt} = \frac{1}{T_2} \Delta U_{3C} - \frac{k_{OC_1} T_1 k_U}{T_2 J} \Delta U_1 + \left(\frac{T_1 k_\omega k_{OC_1}}{T_2 J} - \frac{k_{OC_1}}{T_2} \right) \Delta\omega_1 + \frac{T_1 k_{OC_1}}{T_2 J} \Delta M_{c_1} \\
\\
\frac{d\Delta\omega_2}{dt} = \frac{k_U}{J} \Delta U_2 - \frac{k_\omega}{J} \Delta\omega_2 - \frac{1}{J} \Delta M_{c_2} \\
\frac{d\Delta U_2}{dt} = \frac{k_{nn} k_{PT_2}}{T_{nn}} \Delta U_{PC_2} - \frac{k_{nn}}{T_{nn}} (k_{c_1} + k_{c_2}) \Delta\omega_2 + \frac{k_{nn}}{T_{nn}} k_{c_1} \Delta\omega_1 + \frac{k_{nn}}{T_{nn}} k_{c_2} \Delta\omega_3 - \frac{1}{T_{nn}} \Delta U_2 \\
\frac{d\Delta U_{PC_2}}{dt} = \frac{1}{T_2} \Delta U_{3C} - \frac{k_{OC_2} T_1 k_U}{T_2 J} \Delta U_2 + \left(\frac{T_1 k_\omega k_{OC_2}}{T_2 J} - \frac{k_{OC_2}}{T_2} \right) \Delta\omega_2 + \frac{T_1 k_{OC_2}}{T_2 J} \Delta M_{c_2} \\
\\
\frac{d\Delta\omega_3}{dt} = \frac{k_U}{J} \Delta U_3 - \frac{k_\omega}{J} \Delta\omega_3 - \frac{1}{J} \Delta M_{c_3} \\
\frac{d\Delta U_3}{dt} = \frac{k_{nn} k_{PT_3}}{T_{nn}} \Delta U_{PC_3} - \frac{k_{nn}}{T_{nn}} (k_{c_2} + k_{c_3}) \Delta\omega_3 + \frac{k_{nn}}{T_{nn}} k_{c_3} \Delta\omega_1 + \frac{k_{nn}}{T_{nn}} k_{c_2} \Delta\omega_2 - \frac{1}{T_{nn}} \Delta U_3 \\
\frac{d\Delta U_{PC_3}}{dt} = \frac{1}{T_2} \Delta U_{3C} - \frac{k_{OC_3} T_1 k_U}{T_2 J} \Delta U_3 + \left(\frac{T_1 k_\omega k_{OC_3}}{T_2 J} - \frac{k_{OC_3}}{T_2} \right) \Delta\omega_3 + \frac{T_1 k_{OC_3}}{T_2 J} \Delta M_{c_3}
\end{array} \right. \quad (2.23)$$

Таким образом, уравнения (2.23) являются математической моделью МАЭП с ТПН.

Устойчивость движения трехдвигательного электропривода параметрами асинхронного электродвигателя с фазным ротором типа 4АК160S6У3 мощностью 5,5 кВт было исследовано по алгоритму [10] на ЭВМ. Матрица коэффициентов системы (2.23) имеет вид:

$$A = \begin{bmatrix} -1,92 & 0,226 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -690,9 & -30,3 & 1727,27 & 345,45 & 0 & 0 & 345,45 & 0 & 0 & 0 \\ -3,7 & -0,27 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1,92 & 0,226 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 345,45 & 0 & 0 & -690,9 & -30,3 & 1727,27 & 345,45 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -3,7 & -0,27 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1,92 & 0,226 & 0 & 0 \\ 345,45 & 0 & 0 & 345,45 & 0 & 0 & -690,9 & -30,3 & 1727,27 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -3,7 & -0,27 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Расчет устойчивости трехдвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения, учитывая вышеприведенную матрицу коэффициентов, приведен на рисунке 2.6:

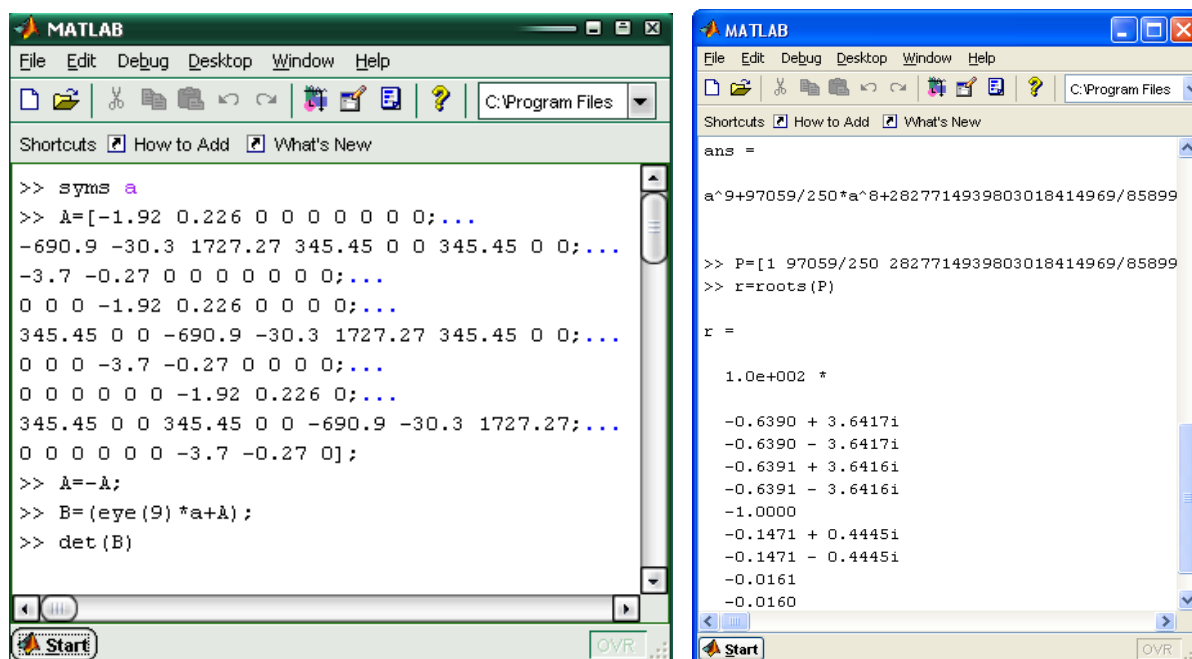


Рисунок 2.6 – Расчет устойчивости трехдвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения

Как видно по результатам расчета, действительные части корней отрицательные, что и доказывает устойчивость системы МАЭП с ТПН.

По полученной системе дифференциальных уравнений (2.23) в пакете расширения Simulink программного пакета MATLAB 7.0 [11-19] было произведено моделирование трехдвигательного асинхронного электропривода с ТПН.

Для исследования переходных процессов дифференциальные уравнения (2.23) приводим к виду:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d\Delta\omega_1}{dt} = 0,226\Delta U_1 - 1,92\Delta\omega_1 - 0,38\Delta M_{c_1} \\ \frac{d\Delta U_1}{dt} = 1727,27\Delta U_{PC_1} - 690,9\Delta\omega_1 + 345,45\Delta\omega_2 + 345,45\Delta\omega_3 - 30,3\Delta U_1 \\ \frac{d\Delta U_{PC_1}}{dt} = 20\Delta U_{3C} - 0,27\Delta U_1 + 3,7\Delta\omega_1 + 0,45\Delta M_{c_1} \\ \\ \frac{d\Delta\omega_2}{dt} = 0,226\Delta U_2 - 1,92\Delta\omega_2 - 0,38\Delta M_{c_2} \\ \frac{d\Delta U_2}{dt} = 1727,27\Delta U_{PC_2} - 690,9\Delta\omega_2 + 345,45\Delta\omega_1 + 345,45\Delta\omega_3 - 30,3\Delta U_2 \\ \frac{d\Delta U_{PC_2}}{dt} = 20\Delta U_{3C} - 0,27\Delta U_2 + 3,7\Delta\omega_2 + 0,45\Delta M_{c_2} \\ \\ \frac{d\Delta\omega_3}{dt} = 0,226\Delta U_3 - 1,92\Delta\omega_3 - 0,38\Delta M_{c_3} \\ \frac{d\Delta U_3}{dt} = 1727,27\Delta U_{PC_3} - 690,9\Delta\omega_3 + 345,45\Delta\omega_1 + 345,45\Delta\omega_2 - 30,3\Delta U_3 \\ \frac{d\Delta U_{PC_3}}{dt} = 20\Delta U_{3C} - 0,27\Delta U_3 + 3,7\Delta\omega_3 + 0,45\Delta M_{c_3} \end{array} \right. \quad (2.24)$$

Для удобства решения задачи на MATLAB переменные системы (2.24) обозначаем:

$$\begin{aligned} \omega_1 &= x(1); & \omega_2 &= x(4); & \omega_3 &= x(7); \\ U_1 &= x(2); & U_2 &= x(5); & U_3 &= x(8); \\ U_{PC_1} &= x(3); & U_{PC_2} &= x(6); & U_{PC_3} &= x(9). \end{aligned} \quad (2.25)$$

2.3 Математическая модель автоматической линии гальванических ванн

Автоматическая линия гальванических ванн – это аппарат с непрерывным технологическим процессом с многодвигательным асинхронным электроприводом. Многодвигательный асинхронный электропривод (МАЭП) питается от тиристорных преобразователей напряжения [12]. Функциональная схема трехдвигательного асинхронного электропривода автоматической линии гальванических ванн показана на рисунке 2.7.

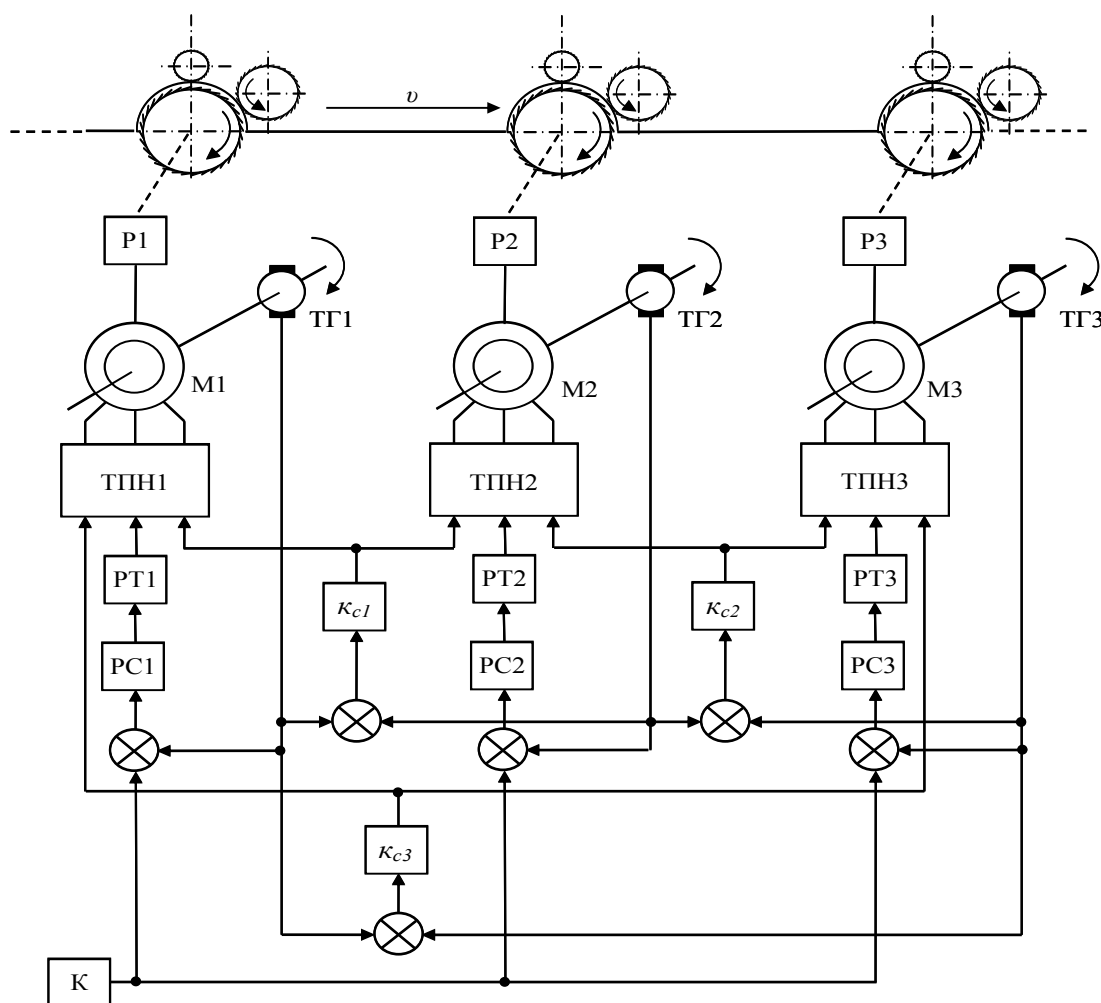


Рисунок 2.7 – Функциональная схема трехдвигательного асинхронного электропривода автоматической линии гальванических ванн

Каждый гидравлический привод автоматической линии гальванопокрытий ванны состоит из системы тиристорный Преобразователь напряжения – асинхронный двигатель (ТПН), ток возврата и скорость. Также, ошибка, возникающая из-за скорости соединения для обеспечения синхронизации скорости автомобиля, которая обеспечивает основные требования

технологического процесса, покрытия, провода от ванны горячего цинкования. Еще одно требование, чтобы технологический процесс многодвигательный электрический асинхронный езды это необходимо для стабилизации оборотов двигателя.

Отчет о скорости работы системы ТПН-объявление тока обратной и скорость должна быть незначительной. Поведение банка территория напряжение длина l описывается следующим уравнением [94]:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = [v_{i+1} - v_i(1 + \varepsilon)] \frac{1}{l}, \quad (2.26)$$

где $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$ – относительное удлинение;

v_i, v_{i+1} – линейные скорости проволоки в начале и в конце участка растяжения;

Δl – абсолютное значение растяжения.

Натяжение, возникающее в проволоке, связано со значением Δl выражением

$$F_i = c\Delta l = cl\varepsilon_i, \quad (2.27)$$

где c – коэффициент жесткости проволоки;

F_i – натяжение.

Подставляя в уравнение (2.27) значение ε из уравнения (2.26) получим следующее уравнение

$$F_{i+1} = \frac{c}{p} [v_{i+1} - v_i(1 + \varepsilon_i)] \quad (2.28)$$

Следует отметить что уравнение (2.28) получено при следующих допущениях:

- 1) Проскальзывание движущейся проволоки на барабане отсутствует;
- 2) Деформация проволоки имеет упругий характер;
- 3) Проволока по всей длине имеет одинаковую толщину и ширину.

Уравнение (2.28) является нелинейным уравнением, из-за наличия произведения переменных v_i, ε_i . Поэтому уравнение (2.28) будем рассматривать в приращениях, т.е. уравнение (2.28) приобретает вид

$$F_{i+1} = \frac{c}{p} [v_{i+1} - v_i(1 + \varepsilon_{(i+1)n}) - v_{in} \Delta \varepsilon_{i+1}]; \quad (2.29)$$

где U_{in} – начальные значения линейных скоростей движения проволоки;
 $\varepsilon_{(i+1)n}$ – начальные значения относительных удлинений.

Так как начальные относительные удлинения $\varepsilon_{(i+1)}$ значительно меньше единицы, то можно считать, что $1 + \varepsilon_{(i+1)} \approx 1$.

Уравнение равновесия моментов каждого асинхронного двигателя МАЭП автоматической линии гальванических ванн можно записать в следующем виде [36]:

$$J \frac{d\Delta\omega_i}{dt} = \Delta M_i - k_\omega \Delta\omega_i - \Delta M_{ci}, \quad (2.30)$$

где J – момент инерции;

k_ω – коэффициент изменения моментов двигателя при отклонении его скорости;

$$\Delta M_i = k_u \Delta U_i$$

С учетом натяжения проволоки уравнение (2.29) для случая, когда параметры электропривода приведены к приводному валу двигателя, запишутся

$$J \frac{d\Delta\omega_i}{dt} = k_u \Delta U_i - k_\omega \Delta\omega_i - \Delta M_{ci} + (F_{i+1} - F_i) R_\sigma, \quad (2.31)$$

где R_σ – радиус натяжного барабана

Если вместо производных $d\Delta\omega_i/dt$ системы уравнения (2.23) подставить производную $d\Delta\omega_i/dt$ уравнения (2.30) и добавляя уравнения (2.29), получим систему дифференциальных уравнений переходных процессов.

В этом случае система дифференциальных уравнений динамики будет иметь вид:

$$\left\{ \begin{aligned}
\frac{d\Delta\omega_1}{dt} &= \frac{k_u}{J} \Delta U_1 - \frac{k_\omega}{J} \Delta\omega_1 - \frac{1}{J} \Delta M_{c_1} + \frac{R_\sigma}{Jj_1} \Delta F_2; \\
\frac{d\Delta U_1}{dt} &= \frac{k_{nn}k_{PT_1}}{T_{nn}} \Delta U_{PC_1} - \frac{k_{nn}}{T_{nn}} (k_{c_1} + k_{c_3}) \Delta\omega_1 + \frac{k_{nn}}{T_{nn}} k_{c_1} \Delta\omega_2 + \frac{k_{nn}}{T_{nn}} k_{c_3} \Delta\omega_3 - \frac{1}{T_{nn}} \Delta U_1; \\
\frac{d\Delta U_{PC_1}}{dt} &= \frac{1}{T_2} \Delta U_{3C} - \frac{k_{OC_1}T_1k_U}{T_2J} \Delta U_1 + \left(\frac{T_1k_\omega k_{OC_1}}{T_2J} - \frac{k_{OC_1}}{T_2} \right) \Delta\omega_1 + \frac{T_1k_{OC_1}}{T_2J} \Delta M_{c_1}; \\
\frac{d\Delta\omega_2}{dt} &= \frac{k_u}{J} \Delta U_2 - \frac{k_\omega}{J} \Delta\omega_2 - \frac{1}{J} \Delta M_{c_2} - \frac{R_\sigma}{Jj_1} \Delta F_2 + \frac{R_\sigma}{Jj_1} \Delta F_3; \\
\frac{d\Delta U_2}{dt} &= \frac{k_{nn}k_{PT_2}}{T_{nn}} \Delta U_{PC_2} - \frac{k_{nn}}{T_{nn}} (k_{c_1} + k_{c_2}) \Delta\omega_2 + \frac{k_{nn}}{T_{nn}} k_{c_1} \Delta\omega_1 + \frac{k_{nn}}{T_{nn}} k_{c_2} \Delta\omega_3 - \frac{1}{T_{nn}} \Delta U_2; \\
\frac{d\Delta U_{PC_2}}{dt} &= \frac{1}{T_2} \Delta U_{3C} - \frac{k_{OC_2}T_1k_U}{T_2J} \Delta U_2 + \left(\frac{T_1k_\omega k_{OC_2}}{T_2J} - \frac{k_{OC_2}}{T_2} \right) \Delta\omega_2 + \frac{T_1k_{OC_2}}{T_2J} \Delta M_{c_2}; \\
\frac{d\Delta\omega_3}{dt} &= \frac{k_u}{J} \Delta U_3 - \frac{k_\omega}{J} \Delta\omega_3 - \frac{1}{J} \Delta M_{c_3} - \frac{R_\sigma}{Jj_1} \Delta F_3; \\
\frac{d\Delta U_3}{dt} &= \frac{k_{nn}k_{PT_3}}{T_{nn}} \Delta U_{PC_3} - \frac{k_{nn}}{T_{nn}} (k_{c_2} + k_{c_3}) \Delta\omega_3 + \frac{k_{nn}}{T_{nn}} k_{c_3} \Delta\omega_1 + \frac{k_{nn}}{T_{nn}} k_{c_2} \Delta\omega_2 - \frac{1}{T_{nn}} \Delta U_3; \\
\frac{d\Delta U_{PC_3}}{dt} &= \frac{1}{T_2} \Delta U_{3C} - \frac{k_{OC_3}T_1k_U}{T_2J} \Delta U_3 + \left(\frac{T_1k_\omega k_{OC_3}}{T_2J} - \frac{k_{OC_3}}{T_2} \right) \Delta\omega_3 + \frac{T_1k_{OC_3}}{T_2J} \Delta M_{c_3}; \\
\frac{d\Delta F_2}{dt} &= \frac{cR_\sigma}{j_2} \Delta\omega_2 - \left(\frac{cR_\sigma}{j_1} + \frac{R_\sigma F_1^*}{lj_1} \right) \Delta\omega_1 - \frac{R_\sigma \omega_1^*}{lj_1} \Delta F_1; \\
\frac{d\Delta F_3}{dt} &= \frac{cR_\sigma}{j_3} \Delta\omega_3 - \left(\frac{cR_\sigma}{j_2} + \frac{R_\sigma F_2^*}{lj_2} \right) \Delta\omega_2 - \frac{R_\sigma \omega_2^*}{lj_2} \Delta F_2.
\end{aligned} \right. \quad (2.32)$$

где ω_i^*, F_i^* – соответственно начальные значения угловых скоростей и натяжения;

j – передаточное отношение редуктора.

Уравнения (2.32) получены при условии что Δv_i , уравнения (2.29) выражены через угловые скорости вала двигателя, т.е. $\Delta v_i = (R_\sigma / j_i) \Delta \omega_i$.

На основе полученных уравнений (2.32) структурная схема конвейерной линии гальванических ванн принимает вид (рисунок 2.8)

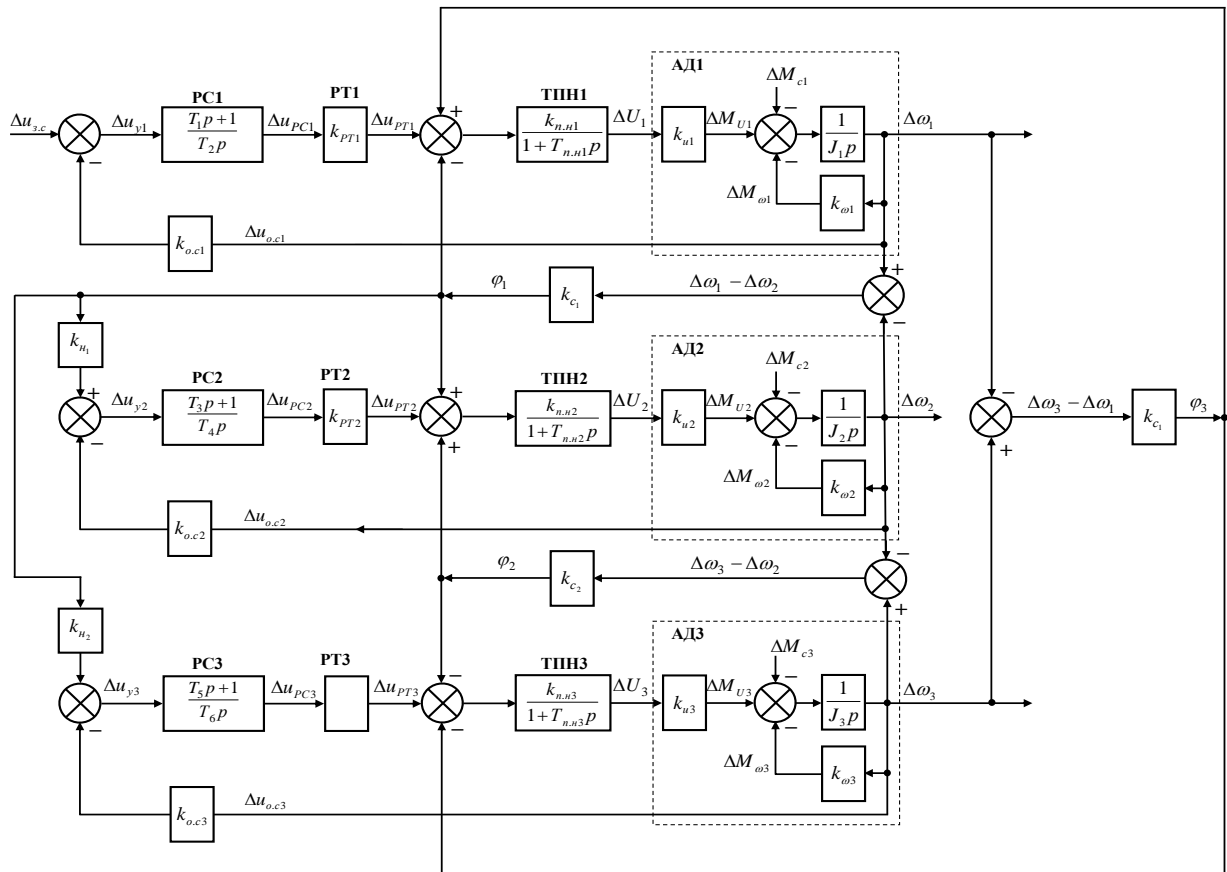


Рисунок 2.8 – Структурная схема автоматической линии гальванических ванн

Вывод

В данной главе раскрываются по отдельности процессы синхронизации и основной состав применяемого оборудования для реализации требуемого процесса демонстрируя суть устройства управления АД и объект непосредственного исследования для получения оптимальных механических характеристик и энергетических показателей. Рассмотренные способы регулирования и управления выявили требуемые изменения, которые разрабатываются в данной работе. К основным вопросам реализации системы управления МЭСВ добавлены такие характеристики как экономичность, энергетические параметры и энергосбережение.

3 Исследование микропроцессорного управления многодвигательным асинхронным электроприводом синхронного вращения автоматической линии гальванических ванн с тиристорными преобразователями напряжения

Характеристики асинхронного двигателя, которая проявляется в эксплуатации, простота конструкции, надежность, высокие энергетические показатели, благодаря чему они доминируют в парк электродвигателей, стали уже привычным слово. Высокие технические и экономические показатели, а также и тиристорные преобразователи напряжения.

В МАЭП Святой ручной в линию гальваники (где условия технологического процесса требуют контроля скорости, основной тенденцией в последние годы стало прохождение диммеры, которые управляют контакторами системы, оснащенные устройством плавного пуска на основе тиристорных преобразователей напряжения. Доказательства, прежде всего, тот факт, что каталоги практически всех основных производителей систем управления, электро-настоящему-для начинающих (УПП), зарубежной литературы, которая получила название системы плавного пуска. Причиной этой тенденции является, во-первых, внедрение ресурсо-и энергосберегающих технологий. Для стартеров занимает промежуточное положение между свободным и регулируемым электроприводом. Как следует из названия, основная цель антимицробной резистентности является ускорение двигателя и, в некоторых случаях, реверс и тормоз. Учитывая, что каждый из прямого пуска двигателя и значительно снижает его срок службы, очевидно, как кажется, возможность внедрения УПП.

Обсуждая вопрос эффективности применения устройства являются мягкий старт, вот некоторые из их преимуществ:

- Возможность ограничения пусковых токов и вращающего момента, который увеличивает продолжительность двигателей и механических частей;
- Снижение теплового шока двигатель, который является источником изменения в старомодной изоляции обмоток электродвигателя;
- Помимо высоких электродинамических усилий в обмотках двигателя, что приводит к механическому разрушению изоляции;
- Повысить выносливость Союзного оружия.

3.1 Исследование многодвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения при реостатном регулировании

Этот метод контроля скорости возможно только в Mael с асинхронными двигателями ротора с обмоткой Изменение активное сопротивление цепи ротора достигается путем подключения цепи ротора асинхронных электродвигателей дополнительные силы, в соответствии с Рис. 3.1, Организации звезд, той же фазе обмотки статора электродвигателей друг с другом. Различные значения грузовых осей для электрических двигателей,

соединенных электрически между их роторы обмотки токов происходят, которые взаимодействуют с магнитными полями от статоров электрических машин, для создания равенства моментов сократить отставание ротора. На Рисунке 3.1 представлена диаграмма Mael St электрическое соединение между ротором схемы.

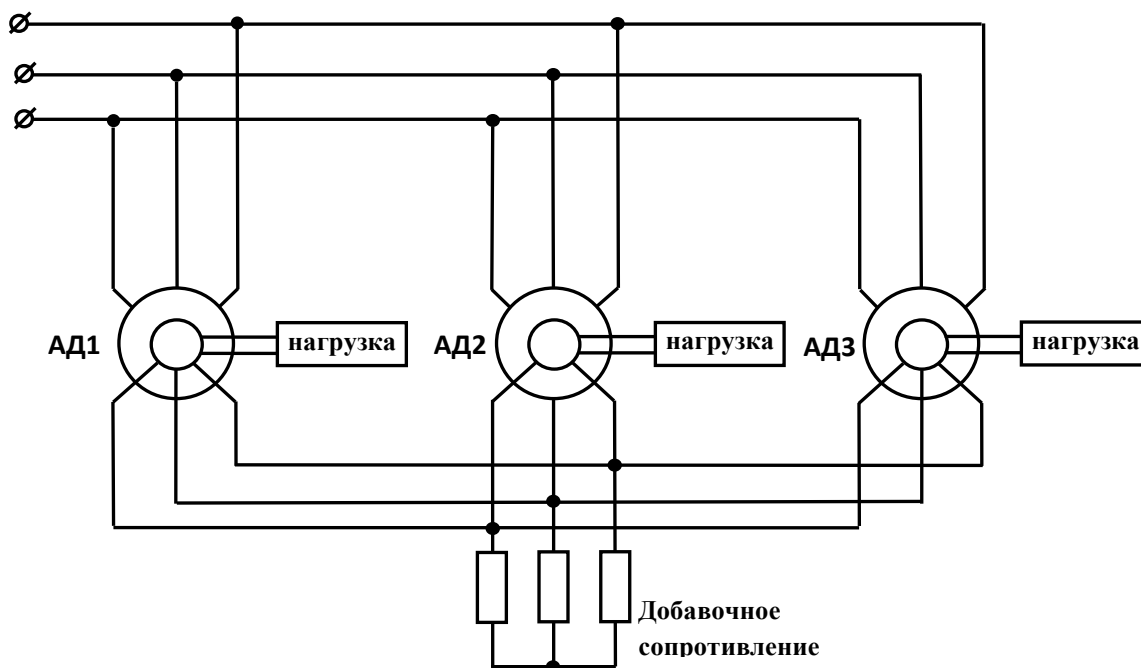


Рисунок 3.1 – Многодвигательный асинхронный электропривод синхронного вращения с электрической связью в роторных цепях

Как уже отмечалось, моменты, развиваемые первой, второй и третьей машинами, представляют сумму двух составляющих: синхронизирующей и асинхронной.

Синхронизирующая составляющая поддерживает согласованное вращение двигателей, воздействуя на все три машины в зависимости от углового рассогласования их роторов и равна:

$$M_{\text{син}(1,2,3)} = \frac{2M_m}{3} \left[\frac{\frac{S}{S_m} \sum_{L=1}^3 \sin(\gamma_L - \gamma_{1,2,3})}{\frac{S}{S_m} + \frac{S_m}{S}} - \frac{\frac{S}{S'_m} \sum_{L=1}^3 \sin(\gamma_L - \gamma_{1,2,3})}{\frac{S}{S'_m} + \frac{S'_m}{S}} \right] \quad (3.1)$$

Асинхронная составляющая:

$$M_{асин(1,2,3)} = \frac{2M_m}{3} \left[\frac{3 - \sum_{L=1}^3 \cos(\gamma_L - \gamma_{1,2,3})}{\frac{S}{S_m} + \frac{S_m}{S}} + \frac{\sum_{L=1}^3 \cos(\gamma_L - \gamma_{1,2,3})}{\frac{S}{S'_m} + \frac{S'_m}{S}} \right] \quad (3.2)$$

где $S_m = \frac{(r_2 + 3R_{\delta,pez})\sigma_1}{x_1 + x_2\sigma_1}$ – критическое скольжение, соответствующее максимальному моменту M_m при работе двигателей на естественной характеристике;

$S'_m = \frac{(r_2 + 3R_{\delta,pez})\sigma_1}{x_1} = S_m \left(1 + \frac{3R_{\delta,pez}}{r_2} \right)$ – критическое скольжение при включении роторов на общее внешнее сопротивление $R_{\delta,pez}$;

$$\sigma_1 = 1 + \frac{Z_1}{Z_2} \approx \left(1 + \frac{x_1}{x_0} \right) - j \frac{r_1}{r_0} \text{ – поправочный коэффициент;}$$

Z_1, Z_2 – комплексные сопротивления статоров и роторов при скольжении S ;

U_1, U_2, U_3 – напряжения сети для каждого двигателя;

I_{11}, I_{12}, I_{13} и I_{21}, I_{22}, I_{23} – соответственно статорные и роторные токи машин;

r_1 и x_1 – активное и индуктивное сопротивления обмоток статоров соответствующих двигателей;

r_2 и x_2 – активное и индуктивное сопротивления обмоток роторов соответствующих двигателей;

x_0 – индуктивное сопротивление контура намагничивания;

R_{δ} – добавочное сопротивление в общей роторной цепи.

3.1.1 Механические характеристики многодвигательного асинхронного электропривода с регулируемым сопротивлением в общей роторной цепи

На рисунке 3.2 приведены механические характеристики МАЭП СВ при различных углах рассогласования и общего роторного сопротивления.

На рисунке 3.2, а, б показаны моменты двигателей системы при углах рассогласования положения роторов от до 0 до 180 эл. градусов и $\Delta\gamma_{1,2} = 90^\circ const$:

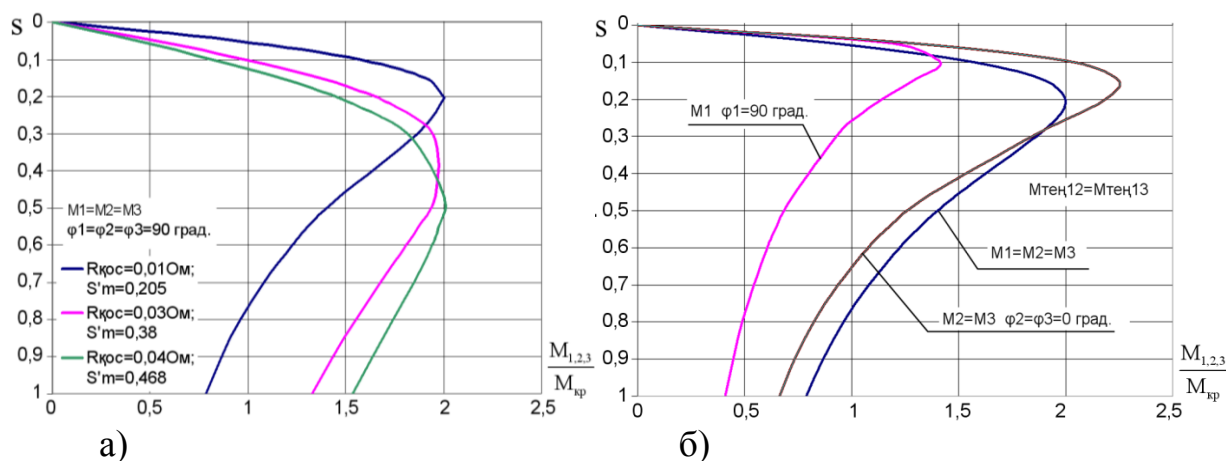


Рисунок 3.2 – Механические характеристики МАЭП СВ при различных углах рассогласования и общего роторного сопротивления

Уравнительные моменты между первым и третьим, вторым и третьим двигателями системы при угле $\Delta\gamma_{1,3} = 0$ принимают максимальные значения, постепенно уменьшаясь с возрастанием $\Delta\gamma_{1,3}$. Синхронизирующая составляющая вращающего момента третьей машины при $\Delta\gamma_{1,3} = 180^\circ$ равна нулю, а остальных машин равны между собой, но имеют противоположные знаки. Уравнительные моменты, в соответствии с рисунком 3.3, б, достигают своего максимума при $\Delta\gamma = \pm 90^\circ$, равны нулю при $\Delta\gamma = 180^\circ$ и $\Delta\gamma = 0$.

3.2 Исследование многодвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения с тиристорными преобразователями напряжения

Регулировать напряжение на выводах статора АД может быть использован на устройствах, автотрансформаторы, магнитные усилители и тиристорные преобразователи напряжения. Последний Тип регуляторы напряжения – по версии WBC получил, сегодня, большой тираж, где, благодаря регулированию напряжения на статор асинхронного двигателя предусмотрено регулирование токов и моментов двигателя экономикой, симметрирование токов на данном этапе количество защита двигателя и несколько других операций. Это устанавливается ряд преимуществ по сравнению с ТПН: высокая эффективность, простота в обслуживании, легкость автоматизации функционирования технологическая схема производства, простотой управления[17]. Однако, эта система электропривода имеет серьезную проблему, которая состоит из больших потерь в обмотках ротора при работе на низких оборотах. Эффектов, электрических потерь в роторе при низкой скорости и, соответственно, больших скольжениях могут быть весьма высокими, что снижает производительность привода. Заметный недостаток-это не очень тяжелые, в этом случае, когда в рабочее время, черт возьми низкой скорости по сравнению со временем цикла его работы.

Остановимся кратко основные моменты регулирования электропривода системы.

Диапазон регулировки скорости с помощью времени подключения, например, скорость достаточно высока и достигает десяти. При использовании данного соединения могут быть получены с помощью строгой спецификации.

Экономическая эффективность регулирования зависит от условий эксплуатации. В частности, если время работы на малой скорости мала по сравнению со временем цикла, рентабельность может быть высокой. Настройка скорости ад эта система является гладкой и сделано на дне естественных (базовых) характеристик.

Основных элементов три стадии ТПН, которые являются встречно-параллельно включенные в силах клапан, который позволяет проход справа и вернуться к полуволне тока.

Существует большое количество различных схем для управления тиристорами, переключающий статорные цепи асинхронного двигателя Грузии (изготовление его подключения к сети или выключен положение) и изменять подводимое напряжение двигателя. Выбор структуры базовой модели асинхронного электропривода тиристорный важно, потому что определяет объем диска осуществления различных режимах, его технических и экономических показателей, факторов, важную роль в выборе области применения тиристорных асинхронных электрических и определить целесообразность их промышленного использования.

Путем выбора цепи тиристоров регулировка напряжения питания АД в клапан системы имеет принципиальное значение, поскольку определяет технические и экономические. Следует отметить, что клапана регулировать, чтобы обеспечить наиболее важными показателями:

- 1) Качество легко управлять асинхронным двигателем (возможность осуществления операции тормозных режимов работы: вращение в одном или обоих направлениях, наоборот, торможение динамики и оппозицией, направленных на формирование переходных процессов, целесообразности режиме регулирования скорости);
- 2) простота реализации различных режимов (оформление без силы перемещения устройства в отсутствие конкретных требований к системе управления тиристора и применение одной и той же схеме управления каждого тиристора);
- 3) умение работать в определенной цепи тиристора с разными рисунками соединения обмоток статора (звезда с нейтральным проводником и без него, треугольник);
- 4) гармонический состав напряжения, приложенного к асинхронного двигателя при тиристорном управлении (в виде механической характеристики, ограничения и возможности регулировки скорости, энергетические показатели);

5) число силовых полупроводниковых элементов ввести схему, охлаждения, управления и условия их работы (ток, проходящий через полупроводниковый прибор, прямого и обратного напряжения в результате работы).

Из анализа возможных схем включения силовых элементов, на рисунке 3.3 приведена схема МАЭП СВ с ТПН, как наиболее простая в реализации:

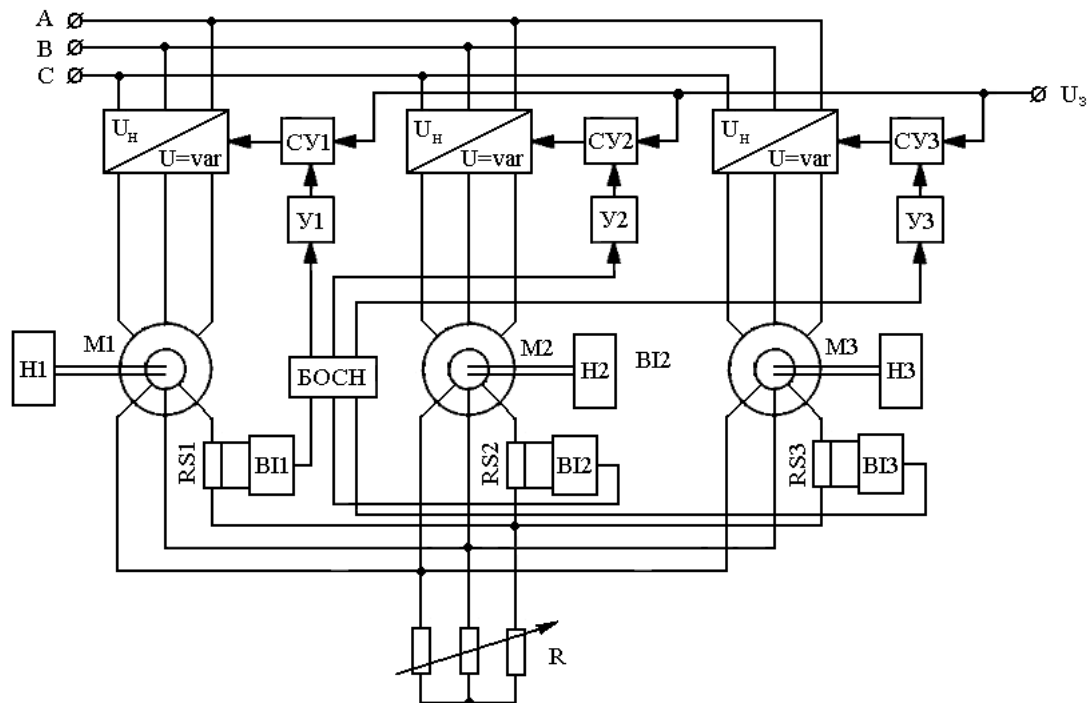


Рисунок 3.3 – Функциональная схема МАЭП с ТПН с определением разности нагрузок двигателей

С точки зрения улучшения качества регулирования желательно использовать схему питания ТПН встречно-параллельно включены тиристоры (звезда изолированной нейтралью). В такой схеме серийный номер гармоники, кратные трем, нет, и будет проводиться в 5, 7, 11 и др. И т. д. Гармоничный. Наиболее важным является пятой и седьмой гармоник.

Трехдвигательный привод содержит асинхронный электродвигатель, обмотки ротора, который соединен в общей сложности три фазы сопротивления. Все фазы датчиков, подключенных к фазе вращения тока (ГВФ) роторной цепи, сигналы которых сравниваются фазы блока, для определения степени наполнения (БОСН). Точность измерения dtf и БОСН в зависимости от чувствительности всей электрической системы. Датчики в плане преследования должна быть надежной, без перерыва определить различия в точности, какая требуется. В этот мотор, датчик, как регулирующей орган, который зависит от функционирования системы в целом. Для того, чтобы синхронно регулировать скорость моторов СИФУ1-3 служит регулируемый сигнал общей задачи U_3 . В случае равных нагрузок на валах двигателей управляется сигналом регулятора напряжения все двигатели используются те

же, так что системы управления ТПН-это же сигнал $U_{y1}=U_{y2}=U_{y3}=U_3$. В общем, нагрузка на вал двигателя отличается, и это отражается в фазе тока ротора. Ток ротора в течение загрузки системы, то система является расширенной фазы переменного тока наименее загруженной системе.

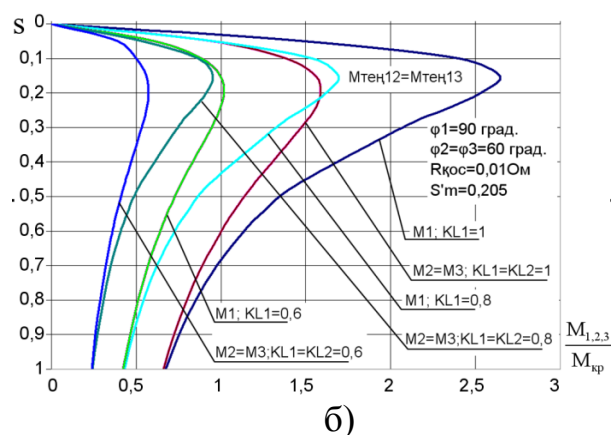
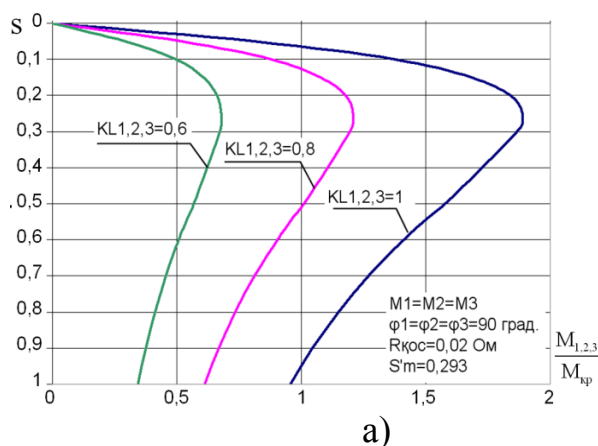
Этот этап схемы с этим на постоянной основе, в котором сравниваются фазы токов каждого электродвигателя. Степень наполнения двигателя определяется смежных блоков по сравнению со следующими правилами: датчик вращения этапе, нынешние выборы сигнал, пропорциональный фазе ротора токи и их трансформации структуры, по сравнению с, управляющий сигнал пропорционален углу продолжением вращения токи каждого двигателя является относительно распространенным переменного тока.

Контроль сигналов U_{y1} , U_{y2} , U_{y3} , чтобы облегчить изменение потока энергии, применяемых для каждого мотора, рассмотреть фазы ротора токи, это одновременности, скорости вращения всех моторов в системе МАЭП. Соответствующей временной паттерн МАЭП суммарного момента сопротивления навязываемым уравнительное влияние вызванная разностью между напряжением питания электродвигателя. По завершении двигатель, имеющий меньшую нагрузку, и используется меньше напряжения и утечки больше, по величине и знаку угла погоню. Министерство тиристорных групп, тем больше нагрузка на систему, полностью открыта.

Тотальный контроль скорости системы в соответствии с требованиями процесса, участвующих в мелкую полосу может быть изменение сигнала U_3 или общее сопротивление РГ, что эта схема может быть минимальной.

3.2.1 Механические характеристики многодвигательного асинхронного электропривода с тиристорными преобразователями напряжения

На рисунке 3.4 приведены механические характеристики двигателей МАЭП с ТПН в замкнутой системе для автоматического регулирования скорости.



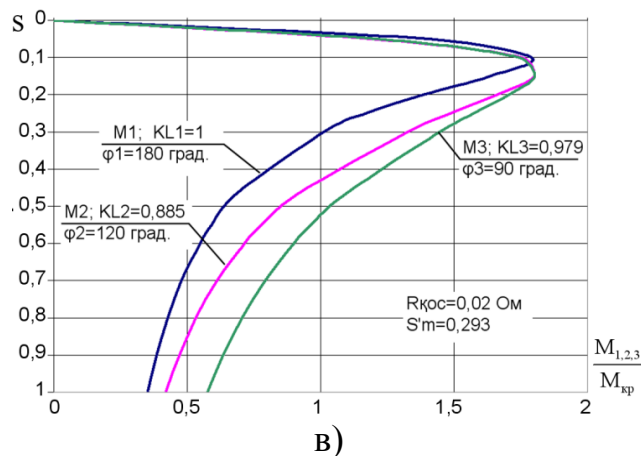


Рисунок 3.4 – Механические характеристики МАЭП с ТПН

Как видно из рисунка 3.4(а), при одинаковых углах рассогласования роторов, кривые механических характеристик каждого двигателя при регулировании питающих напряжений совпадают. Характеристики двигателей с разными величинами напряжений (б, в) показывают отсутствие рассогласования скоростей, т.е. синхронное вращение машин с различающимися нагрузками на валах.

3.2.2 Определение фазовых углов рассогласования роторных токов многодвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения

Для того, чтобы уменьшить момент инерции двигателя и автотранспортных средств, электрические, а иногда и неадекватно, запуск автомобиля с высокой мощностью двигателя и работает с диска, который состоит из двух или более машин с друг с другом механически или в электронном виде.

На рис. 3.5 (а, б) схема датчика фазных токов вращающегося двигателя, и блок определения степени нагрузки двигателя осуществляется в современные интегральные схемы. Здесь, углов дезориентации определяется разницей между нагрузки, так что точного урегулирования многодвигательный асинхронный электрический автомобиль синхронного вращения определяется точность и пределы измерения угла смещения, вызванные разницей между моментом нагрузки для валов двигателей связаны.

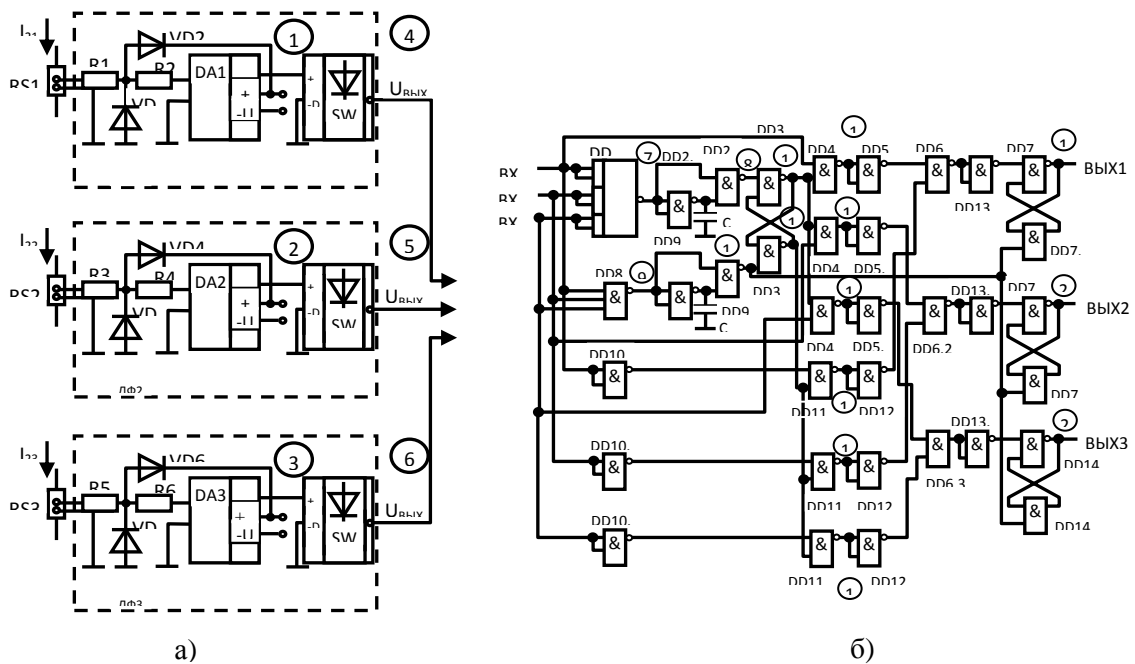


Рисунок 3.5 – Схемы датчиков фаз роторных токов (а) и блока определения степени нагруженности двигателей (б)

Роторные токи асинхронного электропривода (двигатели считаются идентичными) синхронного вращения с рабочим электрическим валом определяются:

$$I_{2n} = \frac{\left[\left(z + \frac{3R\sigma_1}{S} \right) K_n - \frac{R\sigma_1}{S} \sum_{L=1}^3 K_L e^{j(\gamma_L - \gamma_1)} \right]}{z \left(z + \frac{3R\sigma_1}{S} \right)} \cdot U_n \quad (3.3)$$

где $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ – угловые сдвиги роторных токов относительно принятой точки отсчета;

$n = 1, 2, 3$ – порядковое число двигателей;

$L=3$ – количество двигателей;

S – скольжение;

$K_n = \frac{U_n}{U_i}$ – коэффициент изменения напряжения;

z – комплексное сопротивление обмоток двигателей;

σ_1 – коэффициент рассеяния;

R – сопротивление роторной цепи;

U_n – номинальное напряжение сети.

Поворот фазы токов определяются токи датчики крутящего момента. БОСН разрешить путем по сравнению с фазой вращения распространенный мотор выбрать направление дискриминации пространственного положения ротора. Датчик фазы тока ротора в серии резисторы (P1), (R2), установить компаратор

(da1) и оптронный переключатель K1, используемый для обучения и для усиления входного сигнала измерительного шунта конструкция rs1 и, одновременно, изолируя ротором круговой. Релиз ГВФ будет показывать сигнал прямоугольной формы, по фазе, равной фазе ЭДС ротора электродвигателя, который поступает на вход элемента dd1 с БОСН, выполняет функцию "или" датчик в условиях гонений. В то же время, результаты ГВФ сигналы на входы элементов DD8 и DD10. Элементы в dd2.1-2.2, DD9.1-9.2 используется для формирования переднего и заднего фронтов импульсов результаты dd1 и DD8. Импульс от элемента в dd2.3 включает триггер, элементы DD3.1-3.2, прямой выход которого подключен ко входам элементов "и" DD4.1-4.3. В случае переписки, бобовые, результат ГВФ сигнал и триггер DD3 неделю импульсных элементов "и" DD4.1-4.3, инвертируясь элементами DD5 спасибо.1-5.3 служит для ввода элементов DD6.1-6.3, второй вход которого получает импульсы, которые генерируются тем же способом, элементы DD10.1-10.3, Г3.1-3.2, DD11.1-11.3, DD12.1-12.3. Полученные выходные сигналы элементов DD6.1-6.3 адаптеры для двигателей dd13.1-13.3. следите за прямой помощью триггеров выполнены элементы DD7.1-7.3, DD14.1-14.2 инверсные сторонники, это приводит к и проверить на элементах DD3.1-3. Сделать 2 коротких импульсов датчиков, DD9.1-9.2, DD8.3. Соответственно, релиз вызывает DD7.1-7.3, DD14.1-14.2 показаны сигналы являются циклическими, пропорционален углу стремление каждой половине соответствующие ФЭМ.

Поэтому, если необходимо, для аналогового выходного сигнала БОСН вы можете подключить преобразователь цифровых аналоговых. Конкретная величина нагрузки на валах двигателей, чтобы соответствовать определенным углом открывания тиристоры, тиристоры поворота статора над нагрузкой двигателя, постоянно открыты. В остальном двигатель, мощность идет в соответствии с нагрузкой. Временная Диаграмма напряжения элементов ГВФ и БОСН даются на рисунке 3.6.

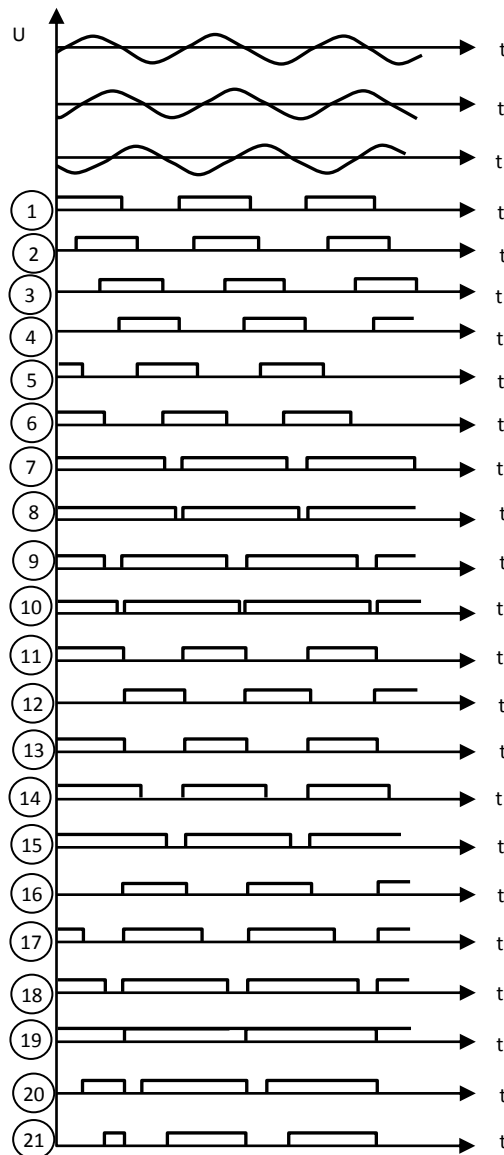


Рисунок 3.6 – Временные диаграммы напряжений элементов ДФ и БОСН

3.3 Рассмотрение предварительной синхронизации, под регулирования скорости и синхронного торможения многодвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения

Способ получить необходимый контроль из серии тяжелой, характеристики, низкая скорость, уменьшает затраты на запуск и тормозной моменты, это включение несимметричной цепи статора двигателя.

Автоматическая линия гальванопокрытий Ванны координируется для запуска и остановки Министерством motors " на основных барабанах, необходимые условия технологического процесса, из-за повреждения или утолщение банка [1]. С другой стороны, остановка двигателя, в то же угловое положение ротора способствует повторно запустить систему без синхронизации двигателей. В

связи с этим, в то же время, торможение и предварительной синхронизации электродвигателей важным пунктом. Скорость колеса автоматическая линия бани из шпона не превышает диапазона, который может быть выполнен с асимметричной мощности двигателей.

Автор разработал многодвигательный асинхронный электрический автомобиль, который позволяет одновременный контроль асимметричная, регуляторы напряжения, синхронного торможения " асимметричного питания обмотки статора асинхронных двигателей.

Эта схема содержит предварительный к синхронизации роторов всех двигателей закрытия против, подключенных параллельно тиристоров в одной фазе, и, одновременно, торможение Грузии, двигателей или условия работы, после включения тиристоров и Отзывы обмотки третьей фазы второй.

Если одинаковые обмотки статора, Министерство асинхронного двигателя по схеме, указанной в Рис. 3.7, используется в униполярные напряжения [18], анализ механической характеристики асинхронного двигателя нынешняя система несбалансированного напряжения могут быть заменены двумя уравновешенную систему напряжения прямой и обратной последовательностей.

Обе системы напряжений создают соответственно вращающиеся поля прямой и обратной последовательностей. В направлении поля прямой последовательности движется ротор, который по отношению к полю обратной последовательности имеет скольжение $1+(1-S)=2-S$, где S – скольжение относительно поля прямой последовательности[19].

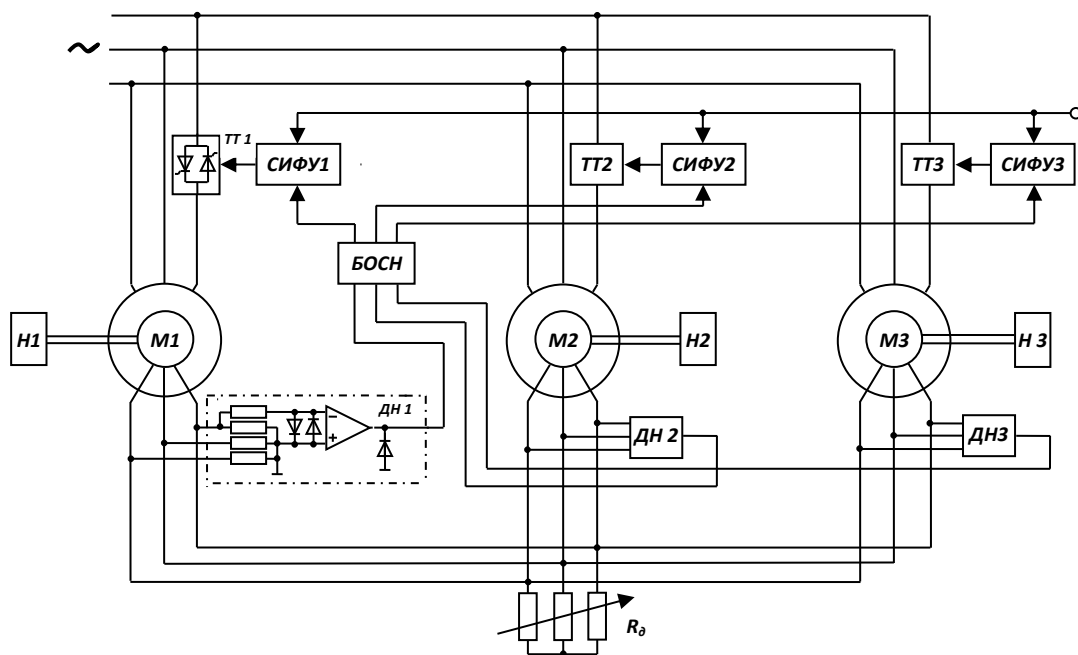


Рисунок 3.7 – Трехдвигательный электропривод с несимметричными тиристорными преобразователями напряжения

При этом вращающие моменты двигателей будут иметь вид [20]:
прямой последовательности

$$M_{1,2,3}^{np} = \frac{2M_m}{3} \left[\frac{3 - \sum_{L=1}^3 \cos(\theta_L - \theta_{1,2,3})}{S/S_m + S_m/S} + \frac{\sum_{L=1}^3 \cos(\theta_L - \theta_{1,2,3})}{S/S'_m + S'_m/S} \right] + \frac{2M_m}{3} \left[\frac{\frac{S}{S_m} \sum_{L=1}^3 \sin(\theta_L - \theta_{1,2,3})}{S/S_m + S_m/S} - \frac{\frac{S}{S'_m} \sum_{L=1}^3 \sin(\theta_L - \theta_{1,2,3})}{S/S'_m + S'_m/S} \right] \quad (3.4)$$

Обратной последовательности

$$M_{1,2,3}^{obr} = \frac{2M_m}{3} \left[\frac{3 - \sum_{L=1}^3 \cos(\theta_L - \theta_{1,2,3})}{2 - S/S_m + S_m/(2-S)} + \frac{\sum_{L=1}^3 \cos(\theta_L - \theta_{1,2,3})}{2 - S/S'_m + S'_m/(2-S)} \right] + \frac{2M_m}{3} \left[\frac{\frac{2-S}{S} \sum_{L=1}^3 \sin(\theta_L - \theta_{1,2,3})}{(2-S)/S_m + S_m/(2-S')} - \frac{\frac{2-S}{S'} \sum_{L=1}^3 \sin(\theta_L - \theta_{1,2,3})}{(2-S)/S'_m + S'_m/(2-S)} \right] \quad (3.5)$$

где $M_{1,2,3}$ – вращающие моменты первого, второго и третьего двигателей;

M_m – максимальный момент двигателей;

S – скольжение асинхронных двигателей;

S_m, S'_m – максимальное скольжение двигателя в отдельности и в системе электрического рабочего вала;

$\theta_{1,2,3}$ – угловые сдвиги роторов двигателей;

θ_L – угловое положение ротора соответствующего двигателя.

Суммарные моменты, т.е. вращающие моменты каждого двигателя в системе МАЭП СВ при несимметричном включении статорных обмоток определяется как:

$$\begin{aligned} M_1 &= M_1^{np} - M_1^{obr} \\ M_2 &= M_2^{np} - M_2^{obr} \end{aligned} \quad (3.6)$$

$$M_3 = M_3^{np} - M_3^{обр}$$

Как вы можете видеть, выражение моментов является асинхронный двигатель МАЭП двигателя, которые имеют в своем составе асинхронные и синхронные компоненты (второй круг, пропорциональные синусу углового положения роторов).

В один и тот же угол положения ротора, то есть $\theta_1 = \theta_2 = \theta_3$ за все машины работают реостатных производительность при утроенном добавочное сопротивление – $3R_g$. При этом точка синхронизации равна нулю, а углы в погоне равенства $\theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = 90^\circ$ синхронизации времени для получения максимального значения, и двигатели работают в синхронизированной манере. И подрегулированные угол открытия тиристоры позволяет сделать синхронное вращение с крупнейших различий в затратах по сравнению с обычными МАЭП святы.

Следует отметить, что, когда двигатель несимметричный режим позволяет, потому что токи высокой частоты в обратном порядке, значительно увеличить потери стали и ротора, что может привести к перегреву двигателя. Таким образом, максимальный диапазон регулирования частоты вращения двигателя не должно превышать, которая обеспечивает диапазон регулирования электродвигателей.

3.4 Рассмотрение алгоритма программы расчета механических характеристик многодвигательного асинхронного электропривода с тиристорными преобразователями напряжения

При регулировании величины напряжения многодвигательного электропривода тиристорными преобразователями напряжения, их вращающие моменты состоят из гармонических составляющих:

$$\begin{aligned} M_1 &= M_{11} - M_{15} + M_{17} - M_{111} + \dots + M_{1n}, \\ M_2 &= M_{21} - M_{25} + M_{27} - M_{211} + \dots + M_{2n}, \\ M_3 &= M_{31} - M_{35} + M_{37} - M_{311} + \dots + M_{3n}, \end{aligned} \quad (3.7)$$

где $M_{11}, M_{21}, M_{31}, M_{15}, M_{25}, M_{35}, \dots$ моменты 1-го, 2-го и 3-го двигателей, образуемые соответственно первой, пятой и т.д. гармониками.

Значения моментов $M_{11}, M_{21}, M_{31}, M_{15}, M_{25}, M_{35}, \dots$ и т.д. можно определить, составляя схему замещения для каждой из гармоник. Однако, при соединении обмотки статора звездой максимальные значения моментов продуктов, например, высших гармоник не должно превышать 0,8-1,5 % - критический момент двигателя характеристика естественной, так как максимальное значение относительное значение напряжения электрического тока, пятой, седьмой гармоник, даже в самых тяжелых случаях, не более чем от 0,2 до 0,25

от номинального значения напряжения питания и гармоник напряжения на порядок выше, из-за их малости, в целом, вы можете игнорировать [20]. Таким образом, для вычисления и печати функции управления, вы можете использовать только основные гармоники напряжения. "Пар от отдельных двигателей, для того, чтобы отразить изменения напряжения питания для фиксированных значений углов открытия тиристорov определяется:

$$M_{ku} = M_{ne} \cdot k_n^2 \quad (3.8)$$

где M_{ne} – момент двигателя на естественной характеристике,
 k_n^2 – относительная величина напряжения, определяемая для выбранного значения скольжения S .

С учетом углов рассогласования и дополнительных сопротивлений в общей роторной цепи, M_{ku} вращающие и уравнительные моменты трехдвигательной системы, создаваемые разностью нагрузок и регулированием напряжении на статорах, рассчитываются по формуле [21]:

$$M_n = \frac{U^2 k_n^2}{n' \sigma_{1x}} \left\{ \frac{n' - \sum_{L=1}^{n'} \frac{k_n}{k_L} \left[\cos(\theta_L - \theta_n) - \frac{S}{S_m} \sin(\theta_L - \theta_n) \right]}{S/S_m + S_m/S} \right\} + \quad (3.9)$$

$$+ \frac{U^2 k_n^2}{n' \sigma_{1x}} \left\{ \frac{\sum_{L=1}^{n'} \frac{k_n}{k_L} \left[\cos(\theta_L - \theta_n) + \frac{S}{S'_m} \sin(\theta_L - \theta_n) \right]}{S/S'_m + S'_m/S} \right\}$$

где $n=1, 2, 3$ – порядковый номер двигателя, для которого определяется момент;

n' – число двигателей в системе, в нашем случае равен 3;

k_n – относительное изменение напряжения питания n -го двигателя (в долях от номинального значения);

θ_n – угловые положения роторов двигателей относительно принятой точки отсчета, в электрических градусах;

k_L, φ_L – относительное изменение напряжения питания и углового положения ротора L -го двигателя ($1 \leq L \leq n' = 3$);

σ_1 – коэффициент рассеяния;

S – скольжение n -го двигателя;

x – полное индуктивное сопротивление n -го двигателя;

S_m, S'_m – критическое скольжение на естественной и искусственной характеристике двигателей системы.

Блок-схема алгоритма расчета показана на рис. 3.8 и рис. 3.9 приведены оценки кривых статических характеристик электродвигателя схемы общення. Более нагружен и электрического двигателя, угловое положение ротора $\theta=900$ подачей полного напряжения ($k=1,0$). В этом случае, когда поручение (первого) двигатель работает вблизи границы статической устойчивости $\theta\approx 900$ (рис. 3.9), а две другие имеют одинаковую нагрузку дерева, углы разногласий между ними равен нулю, то есть, $\Delta\theta_{23}=\Delta\theta_{32}=0$.

Когда полный канал штамм характеристики моторов в системе увидите иллюстрируется сплошной линией ($K_1=K_2=K_3=1,0$). Если снижение нагрузки ниже допустимого значения одного из двигателей МАЭП РГ, там обычно. Министерства одновременность поворота системы. В многодвигательной системе регулируемого напряжения каждого двигателя за счет использования обратной связи угла трения, баланс, вы можете поддержать снижение питающего напряжения, например, третий двигатель, не относящиеся к эволюции несколько Δm_3 . Угол погоне за первой, более заряжен, двигатель компенсируется тем, что остальные двигатели если $K_2, K_3 < 1,0$, то есть, напряжение на статорах меньше значение.

На рис. 3.9 б характеристики соответствующего режима работы системы в течение $\theta_1 \approx 900$, $\theta_2 = \theta_3 = 0$ и $K_1 = 1,0$; $K_2 = K_3 = 0,8$ (непрерывная линия) и того же угла трения ограничения $K_1 = 1,0$; $K_2 = 0,8$; $K_3 = 0,6$ (пунктирная линия).

Из графиков, представленных на рис. 3.9, а, Д, необходимо, чтобы, в то же В углу продолжала улучшаться объема синхронизирующей системы могут быть получены путем предоставления статорах двигателей.

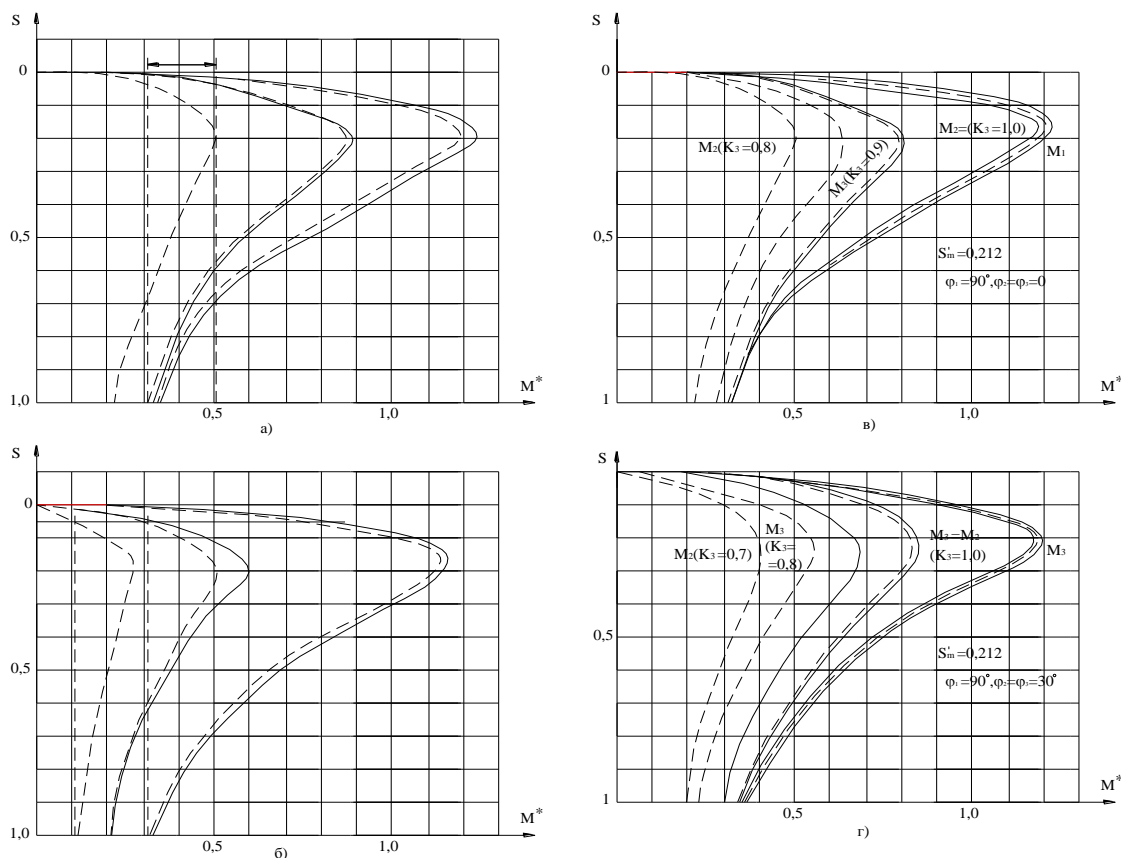


Рисунок 3.9 – Расчетные кривые статических характеристик электродвигателей с электрической связью в роторных цепях

Анализ кривых показывает, что регулирование напряжения ненагруженных двигателей, несмотря на взаимосвязанность, незначительно влияет на приводной момент более нагруженных двигателей, ограничивая приводные моменты двигателей, с меньшей нагрузкой на валах. В то же время такое регулирование напряжения значительно влияет на уравнивательные моменты многодвигательного электропривода в целом.

3.5 Многодвигательный асинхронный электропривод синхронного вращения с микропроцессорным управлением

Прогресс в области создания дешевых и надежных микропроцессоров открыл широкие возможности для применения в регулируемом электроприводе элементов цифровых устройств, вплоть до полной замены ими аналоговых элементов, что привело к созданию систем электропривода с микропроцессорным управлением. Современные микропроцессорные системы управления, электрические (МАЭП СВ) не только обеспечивает высокую точность управления, но и решить ряд новых задач для заказчика колес наиболее важная проблема будет решена, с использованием микропроцессорной техники для повышения надежности систем электропривода. Микропроцессорным управлением это достигается за счет упрощения физической конфигурации системы, широкое использование современных процессоров, сокращая Количество соединений, что упрощает установку.

Повышает надежность и снижает эксплуатационные расходы возможность выполнения автоматической диагностики, микропроцессорной и привода в целом, реализация микропроцессорных защит и функций технологической автоматики. Однако, использование этих функций требует дополнительного компьютера, которая может быть получена за счет увеличения скорости микропроцессора. Дополнительные эффекты можно получить (если это возможно без ущерба для качества регулирования), чтобы увеличить период прерывности работы с мобильными терминалами. Очевидно, что второй вариант позволяет полностью использовать возможности микропроцессора, и не связанных с растущей сложностью физической конфигурации накопителя. Важным преимуществом МРО ЭС перед аналоговыми является их высокая помехоустойчивость, что обеспечивается использованием двух уровней логических сигналов, и, кроме того, длина линии передачи для аналоговых сигналов.

Наряду с его эффективным в снижении уровня шума усредняется за определенный интервал времени подключения датчика, который был широко принят (МАЭП СВ). Эффективность фильтрации уровень шума зависит от

периода усреднения, поэтому рациональный выбор-это последний (и связанной с периодом дискретности) позволяет существенно улучшить помехоустойчивость системы электрической машины в целом.

Повышение помехоустойчивости также способствуют возможности специальных алгоритмов фильтрации сигналов, которые трудно или невозможно реализовать в аналоговых системах.

МРО ЭС-возможность использования алгоритмов управления, реализация которого через Аналоговое оборудование было проблематично, а в некоторых случаях невозможно. Таких алгоритмов может способствовать более полное использование возможностей для силового агрегата гидравлического привода динамическом режиме.

Кроме того, это преимущество электроприводов с микропроцессорным управлением, можно сказать, также, сократить расходы и при вводе в эксплуатацию оборудования, сокращение времени на техническое обслуживание, оптимизацию ремонтпригодности, уменьшение габаритов и снижение энергопотребления системы управления, Фонда, запуск, диагностика неисправностей, контроль электрических параметров и т. д.

Бурное развитие полупроводниковых технологий привело к возникновению в много очень больших интегральных схем и проектирования микропроцессорных систем значительных вычислительных способностях. Микропроцессоры (МП) и МикроЭВМ наиболее востребованных и динамично класса вычислительных устройств. В связи с этим, индивидуальный автоматические электроприводы микропроцессорным управлением все чаще используются во многих отраслях промышленности. Используйте МикроЭВМ цифрового управления на основе МП и МикроЭВМ позволяет успешно решать проблему синхронного синфазного вращения, обеспечивая эксплуатационную гибкость и необходимую точность контроля системы, восстановления структуры и параметров регулятора изменить программное обеспечение для решения различных технологических задач.

3.5.1 Микропроцессорные устройства

Микропроцессор (МП) осуществляет непосредственно обработку данных и программное управление процессом обработки данных. Универсальность микропроцессоров ведет к большой тиражности их производства и, следовательно, к снижению их стоимости.

MP – Центральной обработки элементов микропроцессорных систем (микро-эвм), он состоит из блока управления и арифметико-логическое устройство блока. В рамках этой системы на основе микропроцессора, который, в свою очередь, также включает в себя память и устройства ввода/вывода (внешние устройства).

Всех современных МикроЭВМ, а также большое количество приборов, устройств и узлов, компьютеров, других классов, построенных с использованием сверхбольших интегральных схем (LSI), членом ряда микропроцессорных комплектов. В рамках МПК БИС находится в микропроцессорных и других интегральных схем, которые совместимы с

технологией и дизайном, и предназначены для совместного использования при построении различных средств ИТ: микропроцессоры, схемы (логического управления комплексного применения микроэлектронных), микро-компьютер, и так далее.

3.5.2 Классификация микропроцессорных контроллеров

Микропроцессорный контроль (МПК) - функционально финиша таможня, предназначенная для нужд контроля и управления.

МПК могут быть реализованы в следующем элементе базы данных:

- Один кристалл микропроцессора (удаление);
- Секционные гаражные ворота (Multi-чип) МП;
- Один кристалл схемы (ОМС);
- Сложные матричные схемы на программируемой логике (fpga, ПЛИС, cpld для того, соавт)

Минского еврейского общинного дома – функциональной отделки МПК, реализованный в виде СБИС (сверх. БИС), и включают в себя: процессор, ОЗУ, ПЗУ, ввода/вывода для подключения внешних устройств, модули аналогового входа АЦП (аналого-цифровой преобразователь), таймеры, контроллеры прерывания, контроллеры различных интерфейсов и т. д. И т. д.

В свою очередь, ОМС могут быть выявлены:

- 1) устройство (Интерфейс) Минского еврейского общинного дома, предназначенные для более простой МП систем управления. Имеет низкую производительность и малый размер.
- 2) универсальные 8-разрядные Минского еврейского общинного дома, предназначенные для осуществления ТЧ систем в малом и среднем диапазоне. Имеет систему управления и широкий спектр встраиваемых систем.
- 3) универсальные, 16-бит, Минского еврейского общинного дома, предназначенные для систем реального времени средняя урожайность. Структура и система управления призвана содействовать реакции внешних событий. Наибольшее применение автоматизированных системах контроля двигателей.
- 4) специализированная 32-бит Минского еврейского общинного дома, чтобы реализовать высокое качество рукоятки (усовершенствованной RISC-машина) архитектуры и предназначен для использования в телефонных системах передачи информации, телевидения и других требуется высокая скорость обработки информации.
- 5) цифровых сигнальных процессоров (DSP – цифровой Сигнальный Процессор), предназначенный для сложной математической обработки измеряемых сигналов в режиме реального времени.

3.5.3 общая структура микропроцессора устройство управления системы

В зависимости от сферы применения микропроцессора на изменение требований, что он, конечно, выявить ряд классов, основные, разные, в том числе функционально уникальными структурными характеристиками, среди которых мы можем различить их [22]:

– RISC процессоров уменьшено инструкция компьютеров – RISC на основе компьютеров);

– Процессоров с cisc (комплекс инструкция компьютер процессор для полного набора команд);

Сигнализации микропроцессора;

– цепей.

В RISC-процессор, декодирование и выполнение заказа производится аппаратурно, поэтому количество команд ограничено до минимального набора. Преимущество этого типа процессоров, что заказ могут в принципе выполняться в одном такте (не нужно программировать).

В процессорах с полным набором управления уровнем микропрограммирования декодирования и выполнения команды микропроцессором. Это процессоры, Формат команды не зависит от функции процессора. Один и тот же инструмент, которые изменяют прошивки могут быть реализованы в различные микропроцессоры. Проблема этого процессора является то, что чип, производители стараются увеличить число команд, которые может выполнять микропроцессор, который увеличивает сложность прошивки и низкая производительность, каждой команде набор.

Класс сигналов микропроцессоров в настоящее время наиболее широко представлены УШР, ТМС, ДСП, основными производителями являются компании "Интел", "тексас инструменте, аналоговых устройств, компании Motorola, NEC и "Шнейдер Электрик" предназначена в первую очередь для эффективной обработки событий в реальном времени, нет сигнала.

Внутри структуры существует два основных принципа построения микропроцессоров:

– Гарвардская архитектура;

– Архитектура фон Неймана (Принстонская архитектура).

Гарвардская архитектура различие между двумя типами памяти:

– Памяти программ;

Память данных.

Гарвардская архитектура, в принципе, невозможно, производство, запись операции в памяти приложения, что исключает возможность случайного уничтожения демона в случае плохих действий данных.

Гарвардская архитектура используется в мире, где необходимо обеспечить надежность прибора и процессор сигнализации, где эта архитектура также обеспечивает высокую надежность работы устройства, способны обеспечить высокую скорость выполнения программы, благодаря сочетанию воспроизведения управляющих команд и обрабатываемых данных, а также запись результатов в память данных. Наиболее современным производителем 8-разрядных МК использовать архитектуру в Гарварде.

Разница между фон-Неймановской архитектуры, является концепция работы возможность для директоров программ, точно так же, как данные. Это позволяет производить загрузку и выгрузку программ произвольное место памяти процессора, которая в этой структуре, это не память программы и

память данных. Независимо от того, какая часть памяти может использоваться и как память программ и память данных. И в разное время, та же область памяти может использоваться и как память программ и память данных.

Системы управления, микропроцессоры отличаются огромным разнообразием, не зависящим от производителя. Тем не менее, мы можем различать два принципа построения микропроцессоров:

- Аккумуляторы микропроцессорная;
- Микропроцессоры с учета и общего назначения.

В принципе, разница между батареей процессор, заключается в том, что математические операции могут выполняться только над конкретной ячейки памяти батареи. Запустить в эксплуатацию ячейке памяти, ее содержимое необходимо скопировать в аккумулятор, выполните нужную операцию, а затем скопировать результат ячейки памяти.

Микропроцессоры регистров общего назначения (Рон) математические операции могут быть выполнены на любой ячейке памяти. В зависимости от типа операции команда может быть одноадресной, двухадресной или трехадресной.

На этот раз, святой город существует определенная система команд, все существующие процессоры в системе, контроля признаков, таких как аккумуляторы, процессоры и микропроцессоры с учета и общего назначения.

На рисунке 3.10 приведена общая структурная схема микропроцессорной системы.

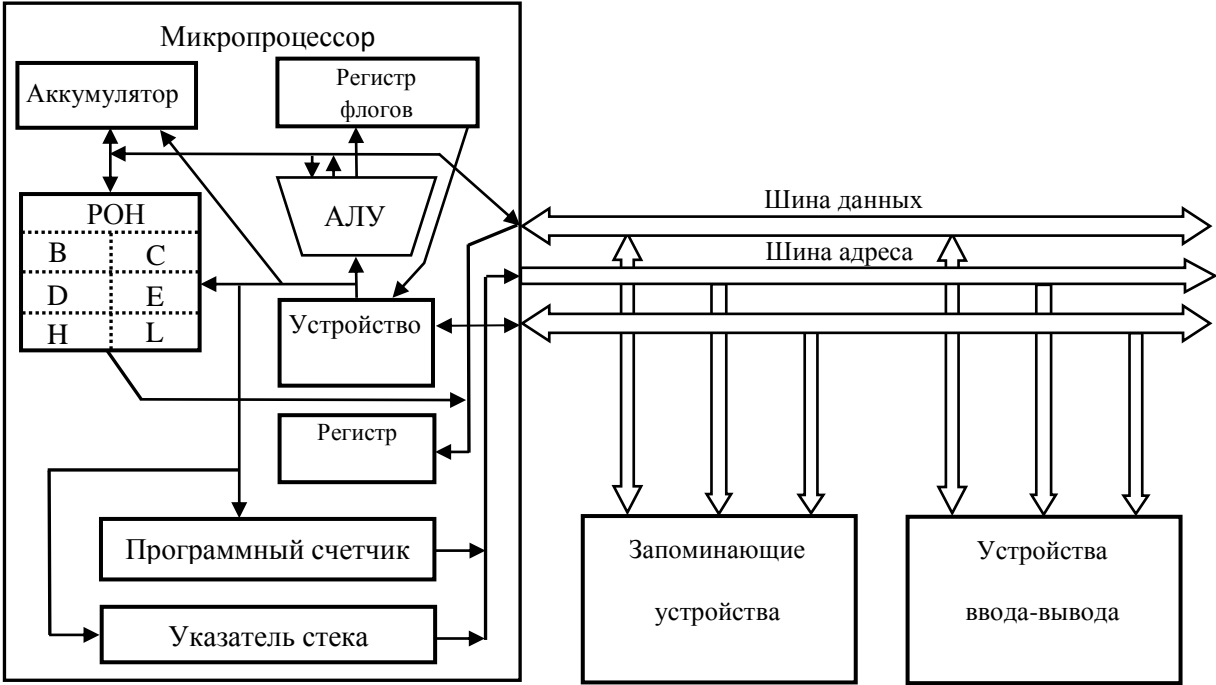


Рисунок 3.10 – Структурная схема микропроцессорной системы

Микропроцессорного управления (МРС) - это функционально полный, и специально разработанные для нужд видеонаблюдения и контроля.

PC может быть реализован в рамках следующего элемента базы данных:

- Кристалл микропроцессора (удаление);
- Секционных ворот (Multi-чип) MP;
- Кристалл (диеты сообщества);
- Сложный матрицу программируемой логики (fpga, PLD, cpld, и др)

Минская Еврейская община дом – функциональный завершения МПК, реализованный в виде схем VLSI (Super. BIS), и включают в себя: CPU, RAM, ROM, I/o для подключения внешних устройств, модули аналоговых входа, АЦП (analog-to-digital Converter), таймеры, контроллеры прерываний, контроллеры, различные интерфейсы, и так далее., И так далее.Др.

В свою очередь, сообщества могут быть определены:

1) устройство (интерфейс пользователя), Минской конференции Еврейской общины дома, предназначенные для облегчения ДЕПУТАТ систем управления. Имеет низкую производительность и малый размер.

2) универсальный 8-разрядный Минской Еврейской общины дома, предназначенное для осуществления РМ-систем небольшой и средней производительности. Имеет систему управления и широкий спектр встраиваемых систем.

3) универсальный, 16 бит, Минск, Еврейского дома, предназначенные для систем реального времени от средней доходности. Структура и система управления цель заключается В содействии реакции на внешние события. Более широкое использование автоматизированных систем управления для двигателей.

4) специализированный 32-разрядный Минской Еврейской общины дома, для того чтобы осуществить высокое качество arm (advanced RISC machine) архитектуру и предназначен для использования в связи через телефон, ТЕЛЕВИЗОР и другие требуют высокой скорости обработки информации.

5) цифровых сигнальных процессоров (DSP – digital Signal Processor), разработанный для математика более сложная обработка сигналов, измеряемых в реальном времени.

3.5.3 общая структура микропроцессора Устройства Системы Управления

В зависимости от области применения микропроцессора изменить требования, что Он, конечно, определить число классов, базы, различных, в том числе функционально-уникальные структурные особенности, среди которых можно выделить [22]:

– Процессоры RISC, reduced instruction компьютеры – компьютеры RISC);

Процессоры cisc (complex instruction процессора компьютера с полным набором команд);

Сигнал микропроцессора;

– Каналы.

В RISC-ПРОЦЕССОР, декодирования и выполнения обычай, оборудования, продуктов, так что количество команд ограничено до минимума. Преимущество этого типа процессора, команда может, в принципе, быть выполнены за один такт (не нужно программировать).

В процессор для игры полный уровень управления microprogrammable декодирования и выполнения команды микропроцессором. Это процессоры, формат команды не зависит от характеристик Процессора. Тот же инструмент, который будет менять прошивку, может быть реализована в различных микропроцессорах. Проблема этого процессора является то, что производители чипов пытаются увеличить количество команд, которые могут выполняться в микропроцессоре, которая увеличивает сложность прошивки и плохой работы, каждая команда.

Класс сигналов микропроцессоров в настоящее время наиболее широко представлены в KCO, TMS, DSP, основным производителем является компания "Intel", "Texas instruments, analog devices, Motorola, NEC и Schneider electric предназначен в первую очередь для эффективной обработки событий в реальном времени, нет сигнала.

В этой структуре существует два основных принципа построения микропроцессоров:

- Гарвардская архитектура;
- Архитектура фон Неймана (Princeton архитектуры).

Гарвардская архитектура различия между двумя типами памяти:

- Память программы;

Данные из памяти.

Гарвардская архитектура, в принципе, невозможно, производство, сохранение в памяти программы, что исключает возможность случайных разрушений Демона в случае, если неправильное действие данных.

Гарвардская архитектура используется в мире, где необходимо обеспечить надежность устройства и сигналы Процессора, где эта архитектура также обеспечивает высокую надежность устройства, которая способна обеспечить производительность, высокая скорость, благодаря сочетанию воспроизведения команд управления данными и их обработки и записи результатов в память данных. Более современный продюсер 8-bit MCU для использования в архитектуре в Гарвардском университете.

Разница между архитектурой фон Неймана, концепцию возможности работы Директор программы, а также данные. Это позволяет легкой погрузки и разгрузки программ в произвольное место памяти процессора, которая в этой структуре, он не из памяти программ и памяти данных. То, что часть памяти может быть использована в качестве программы в памяти, и в памяти данных. И в разное время, та же область памяти может быть использована в качестве программы в памяти, и в памяти данных.

Системы управления, микропроцессоры имеют широкий, в зависимости от производителя. Тем не менее, мы можем выделить два принципа построения микропроцессоров:

Аккумулятор в микропроцессор;

Микропроцессоры бухгалтерского учета и общие цели.

В принципе, разница между процессором батареи, является то, что математические операции могут быть выполнены на клетках памяти

аккумулятора. Для начала деятельности ячейке памяти, ее содержимое должно быть скопировано в аккумуляторе, выполнения требуемой операции, а затем скопировать результат в память.

Микропроцессора регистры общего назначения (Рон) математических операций может быть выполнена на любую ячейку памяти. В зависимости от типа операции команды могут быть одноадресные (unicast), или договора.

На этот раз, есть определенная система команд, все процессоры системы, контроль характеристик, таких, как батареи, трансформаторы и микропроцессоров, бухгалтерского учета и общие цели.

3.5.4 Микропроцессорные средства и системы, используемые в многодвигательных электроприводах

Несмотря на постоянное развитие и появление новых 16-32-битных микросхем и микропроцессоров, наибольшая доля рынка сегодня остается микропроцессор 8-бит устройства, она зависит, прежде всего, тот факт, что технические характеристики и количество задач, которые необходимо выполнить, и учитывая ценовую политику, подходящий для 8-разрядных цепей. Выбор современных производителей микроконтроллеров, 8-битные достаточно большой, конечно, можно выделить самые известные и популярные архитектура процессорного ядра микроконтроллера: МКС-51, рис, HC68, АРМ, AVR.

Повышение степени интеграции цифровых микросхем определили появление настоящего времени, мир, реализованный в одной микросхеме. О кристалле в такой регулятор, за исключением микропроцессора в память модуля, интерфейса, цепей и таймер. По сути, этот контроллер-это микросхема компьютеры малой мощности. Развитие системы микропроцессорных однокристалльных МК сводится к разработке подключения устройств, объектов и программного обеспечения. Система управления однокристалльного МК позволяет организовать сложные системы хоста много внутри программного обеспечения филиала в соответствии с целями управления и состояния первичных преобразователей.

Под микропроцессор и преподавание-это не только прямое управление миротворчества, каждый из основного силового преобразователя (инвертора и привода выпрямителя, если он есть), но также предлагаем возможность прямого входного мониторинга сигналов схемы разные ответы (независимо от типа сигнала: дискретный, аналоговый или импульсный) мероприятия программы и аппаратные средства обработки внутри мира. Таким образом, система прямого цифрового управления, основанные на отказ от значительного числа интерфейсных плат и создание слайдов контроллеры управления, приводы.

Усложнение структуры управления приводами необходимо сильное увеличение производительности процессора и двигаться к процессору для аппаратно-ориентированной системы управления адаптированной к вызовам цифровой и управления в реальном времени. Ряд компаний ("Интел", "Моторола", "Тексас инструментс, аналоговые устройства, Atmel Корпорация,

Шнейдер Электрик и другие) приняли на рынок новых микросхем для управления двигателями (серии управления двигателем) на основе процессора для обработки сигналов с DSP-мира. Они не только обеспечивают необходимую производительность центрального процессора (более 20 млн. ОП./Э.), но включает количество задействованных устройств, которая направлена на улучшение сопряжения контроллера с помощью адаптеров, датчиков и связи. В том числе интегрированных устройств особое место занимают универсальные генераторы периодических сигналов, которые позволяют руководству алгоритм для инвертора, в частности, алгоритма векторной широтно-импульсной модуляции.

Будущее систем управления электрическим управлением разрабатывается с ориентацией автоматизация технологических процессов и одновременная работа с несколькими приводами в составе промышленной сети. Сетевое управление считает, промышленный контроллер или компьютер.

В последние годы, показали тенденцию двигаться по прямой микропроцессорному езды все координаты электронных Пучков и реальное управление статическими преобразователями, выходной мощности устройств. Этот подход определил основные требования к управленческому инструменту. Анализ показал, что производительность торговой заявки, двигатель должен быть как минимум от 400 до 500 тысяч операций в секунду, и многодвигательных двигателя результаты в большинстве 3 до 4 млн.

Достижения микропроцессора позволяет разрабатывать новые, более совершенные методы управления. Добавлена возможность выполнять ряд принципов разработки адаптивных систем всех видов, учитывают особенности управления много массовыми объектами, проектирование энергосберегающих систем, совершенствованию алгоритмов для улучшения динамических характеристик интегрального питания и расширение диапазона контроля.

Поэтому, основные требования по АХЧ блоков, устройств обработки информации и контроля параметров многодвигательных асинхронных двигателей на синхронные вращения, мы помним:

- Высокая производительность;
- Высокая надежность;
- Низкая стоимость;
- Низкое потребление энергии;
- Работы в сложных условиях;
- Высокая степень миниатюризации;
- универсальностью.

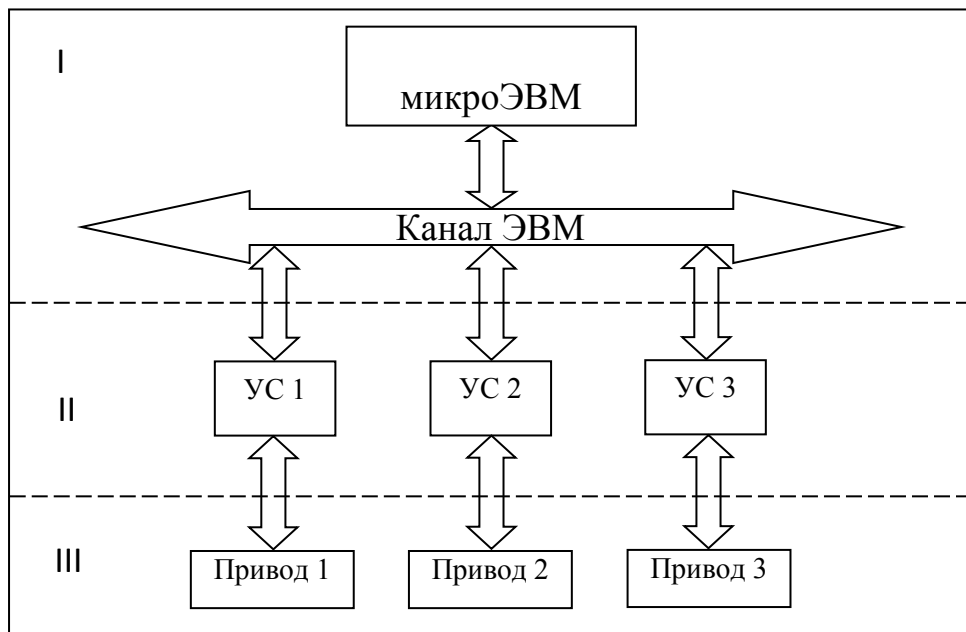
На рис. 3.11, мы можем увидеть структурной реализации многодвигательных тренировок умный направлении, как общий обычай (А), и многочисленные микрокомпьютеры (б).

Управление микропроцессором для продажи многодвигательных упражнений может быть реализован с таможни или более цепей общего управления торговли. Разработка систем автоматизации для процессов использование

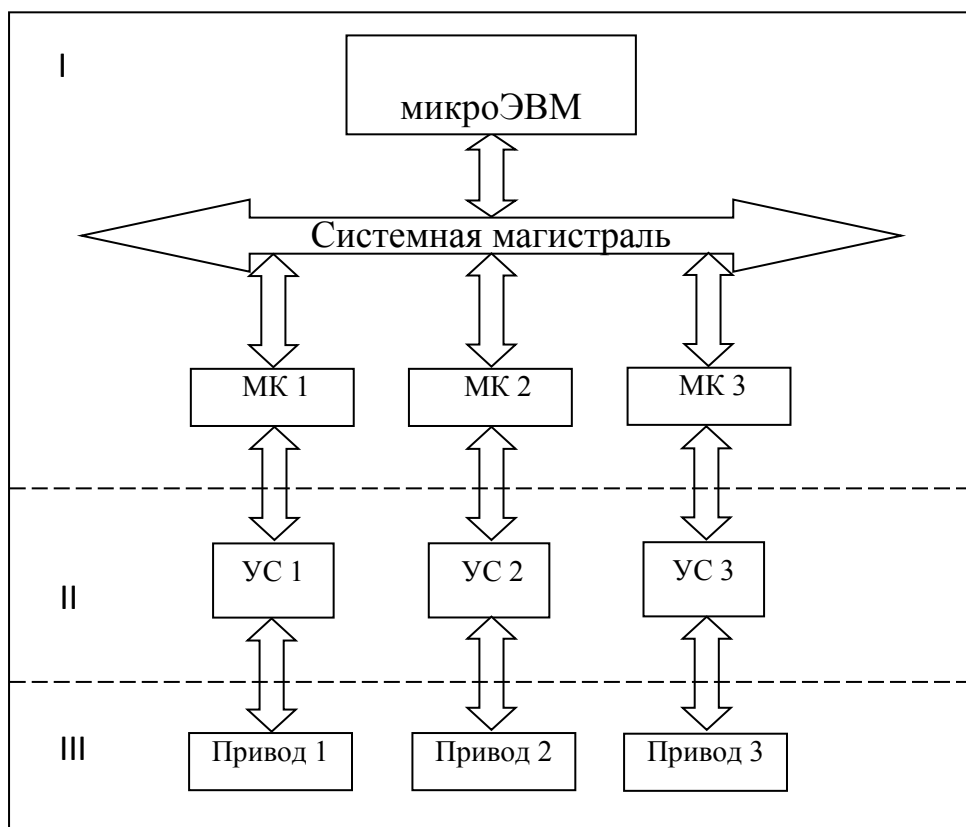
высоко регулируемых многодвигательных обучения требует использования нескольких цепей в общем микропроцессора. Архитектура ЭВМ-логическая блок становится все больше и больше признание подходов выделения, отдельных систем в иерархическом уровне и высоком уровне. Среди различных возможных вариантов построения микропроцессорной системы управления многодвигательным асинхронным электроприводом синхронного вращения можно различать две структуры модели, первые – управления каждого силового отличает автономный микропроцессорный модуль (мир ему), и решение задачи, тем выше уровень управления торговли, второй – мира управлять не одной, но нескольких электрического управления.

Преимущество децентрализованного управления распараллеливании вычислительного процесса, усиление потенциала системы управления через решение более сложных в реальном времени по сравнению с централизованными системами управления.

Во время погони, чтобы достичь микропроцессоры предназначены МАЭП сен-будут применены все три варианта структурного построения и осуществления расчетов логического блока.



а)



б)

УС – устройство сопряжения; МК – микроконтроллер;
 I – вычислительно-логический блок; II – блок сопряжения с приводом;
 III – исполнительный механизм
 Рисунок 3.11 – Структурная организация вычислительно-логического блока

3.6 Микропроцессорное управление многодвигательным асинхронным электроприводом с тиристорными преобразователями напряжения

Повышение точности регулирования рассогласования положений роторов нескольких двигателей приводит к широкому применению в электроприводах цифровых микропроцессорной техники. Управление электроприводом может быть использован микропроцессор, система, основанная на имеющихся в продаже универсальный Микро-ЭВМ, устройства связи с системами управления. В дальнейшей модернизации электрических автомобилей " мульти-мотор поворота, предлагаемых их микропроцессорной реализации. Использование микропроцессоров и микро-эвм multi-engine взаимосвязанных переменного тока, характеризуется сложностью управления синхронного движения нескольких эксплуатации различных органов, как представляется, эффективным и перспективным. Система контроля качества, надежность и низкое энергопотребление, что важно при проектировании электродвигателей.

3.6.1 система управления на базе микропроцессора многодвигательный асинхронный электродвигатель электрической связи между цепью ротора

На Рис. 3.12 микропроцессор Управления, Системы Управления основной чип Микро-ЭВМ (ОМММ) KM1810BM86, пять других таймеры программируемые типа KR580VI53 использован в качестве цифровой СИФУ и устройства для измерения ошибка положения ротора (WICR) [17].

Система включает в себя предварительную синхронизацию системы до запуска, плавный пуск, и в то же время тормоза. Предварительная синхронизация будет завершена, откройте тиристоры в Одной фазе статора двигателя. "Роторы установлены с одинаковым угловым участка позиции. Как нужно, может быть в безопасности, три положения синхронизации.

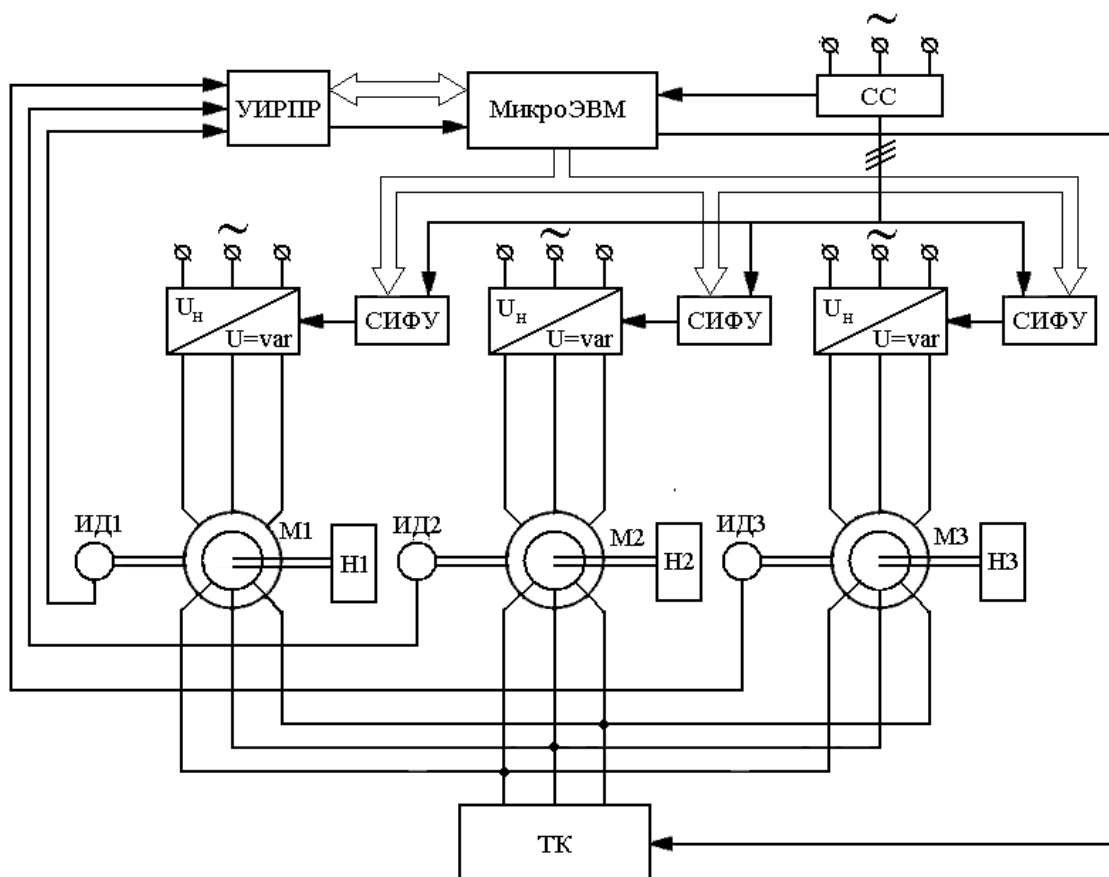


Рисунок 3.12 – Функциональная схема многодвигательного асинхронного электропривода с электрической связью в роторной цепи с применением микро-ЭВМ

Плавный пуск осуществляется выпрямителем, включенным в общую роторную цепь. Продолжительность и интенсивность плавного пуска регулируются транзисторно-оптронным ключом посредством изменения скважности управляющих импульсов.

Одновременное торможение происходит в асимметричные питания статора электродвигателя схемы (тиристоры подключены к фазовому открыт полностью), и максимальное общее сопротивление цепи. Описанные выше режимы синхронной работы установки скорости вращения моторов (работающих на разных уровнях нагрузки) - это микро-ЭВМ с использованием обратной связи от угла и скорости рассогласованиям.

Реализации режима совместного управления многодвигательным электроприводом с помощью компьютера требуется для убедительной синхронизации процесса калькуляции, алгоритм для измерения переменных и управления. Реализации режима совместного управления многодвигательным мощности с использованием микро-ЭВМ требуется строгая синхронизация процесса расчета, алгоритм для измерения переменных и управления, изменение напряжения питающей сети преобразователя. Система синхронизации для формирования импульсов синхронизации в моменты

перехода первой гармоники анодного напряжения вентиля на ноль, при изменении рейтинга, напряжение отрицательной положительной. Таким образом, в конструкции используется трехканальная система синхронизации (СС), которая осуществляется маломощным трехфазный трансформатор, ссылочный Тип К597СА3, триггеров и логических элементов, соответственно К555ТМ2 и К555ЛП5, К155ЛН1. Приняты синхроимпульсы передаются одновременно с входом микро-ЭВМ для обеспечения режима согласно и ЦСИФУ.

Главная особенность ЦСИФУ является реализация накопленного времени задержки импульса привода тиристоры, когда естественный звук открытия и этапы управления, которые изготовлены на основе таймера КР580ВИ53 управления компьютера нарушают режим, вызванных синхроимпульсами, все 3.3) счетчика таймера записывается в коде число, соответствующее времени задержки импульса команды. После подсчета заданного числа импульсов, производится в выходе таймера, который вырабатывает импульс на электрод управления тиристора (или электроды оптотиристора) через логические элементы К555ЛИ3 памяти и буферного усилителей мощности с оптронными элементами.

На рисунке 3.13 изображена силовая часть схемы многодвигательного электропривода с микропроцессорным управлением.

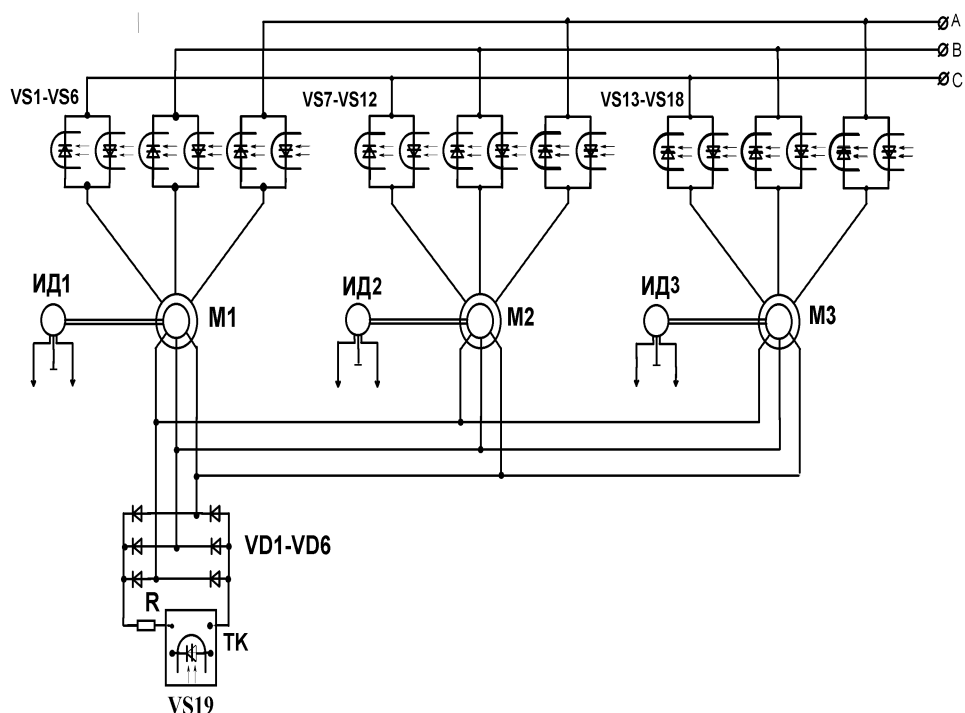


Рисунок 3.13 – Силовая часть схемы многодвигательного асинхронного электропривода с микропроцессорным управлением

Для гальванической развязки силовой части и управления микропроцессорных систем, используемых в опторазвязкой тиристоров, включенных в цепи статора асинхронного двигателя.

Измерение скорости и угла движение вала осуществляется с помощью датчика пульса (ИД1,2,3). Импульс двигаться датчик преобразует угол поворота пропорционален числу импульсов, которые подаются на входы таймера и потребления осуществляется через логические элементы схемы таймера, исполнение время задержки, в течение которого ОМММ вычисляет ошибку положения роторов и контроля вращения синхронного трех асинхронных двигателей с тиристорного преобразователя, в котором статор цепи.

3.6.2 Микропроцессорная система управления многодвигательным асинхронным электроприводом без электрической связи в роторной цепи

Рассмотрим основные элементы разработанной микропроцессорной системы управления, на однокристальной микро-ЭВМ КМ1810ВМ86, структурная схема, которой показана на рисунке 3.14.

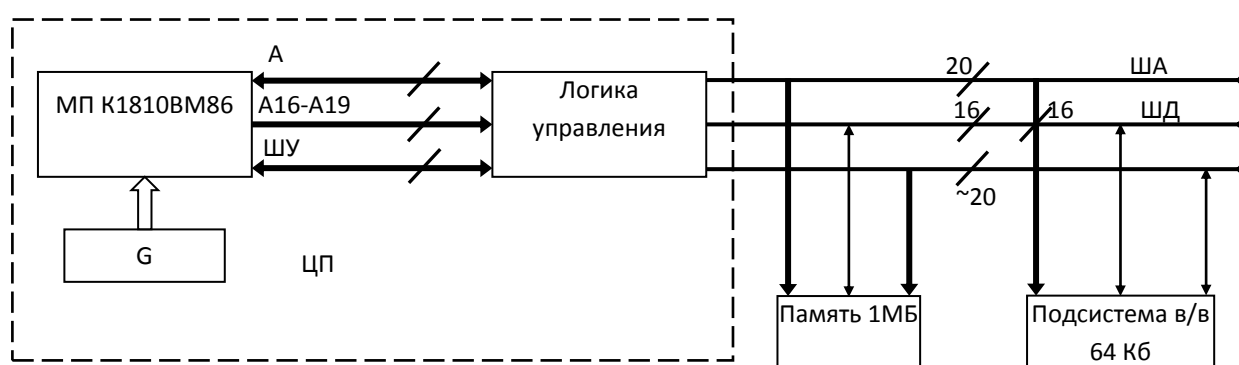


Рисунок 3.14 – Структура микросистем на основе МП КМ1810ВМ86

КМ1810ВМ86 – однокристальный 16-разрядный МП, имеющий быстродействие до 2,5 млн. операций/сек. При выполнении регистровых команд прямой адресации памяти емкостью 1 Мбайт и устройств ввода/вывода емкостью до 64 Кб [24]. Он разработан как центральный процессор-микропроцессор, система управления многодвигательным асинхронным электроприводом тиристорными преобразователями напряжения, и вы можете использовать его с БИС МП комплекта серии 580. Общее количество команд равно 135. Вычисление адресов операндов, размещенных в памяти, используйте 24 режимов адресации, включая непосредственные, прямые, регистр, регистр косвенной, зарегистрировать, по сравнению с базисным индекс, базисный индекс. Депутат имеет гибкую структуру, средства обработки внутренних, программных и внешних прерываний. Максимальное число типов задержки 256.

Архитектура микропроцессора К1810 является структура, 16/16/20, то есть, 16-бит Ширина шины данных и управления и 20-разрядной адресной шины. Данный микропроцессор включает в себя 30000 транзисторов, потребляет 1,75 Вт и работает с тактовой частотой 5 МГц.

Согласно осложнений реализации многодвигательного асинхронного привода, микропроцессорной работать в многопроцессорном режиме. Когда

управляющие сигналы формируются с помощью системного контроллера в шинах, или шинах.

Конструкции из МП, мы можем различать между двумя устройствами:

- 1) устройство связи (ус);
- 2) работы устройства (АУ).

Обедненный уран (ОУ) для выполнения операций данной команды. Это устройство содержит 16-разрядное АЛУ, РОН и регистра флагов для генерации сигналов. Министрство усы призвана продолжить узором команд, которые хранятся в очереди, и учебный физический адрес команды и данные через сумматор, а также включает в себя сегментного регистра CS в ДС, ЭС, СС, и команду задания ИС.

Рис. 3.15 показана схема максимальный режим МП КМ1810ВМ86 вывод мн/МХ, который подключен к шине "0". В этой схеме МП КМ1810ВМ86 ориентированы на максимальный режим.

Такие депутаты эксплуатации системы управления каналов, предполагает системную шину контроллера (СКШ) КР1810ВГ88, дешифрирует тремя состояниями сигналов SA0-Са2, МП, и дает проекцию набор управляющих сигналов: спортивный Volkswagen, IOWC, МРДЧ, MWTC, ALOWC, AMWCu - Инта. Выходной сигнал Инта=0 определяет время от начала обработки сигнала запроса на прерывание " для внешнего устройства. Вход CLK это используется для синхронизации действий СКШ и МП. Выводы замком, линия РК/и GTO и RQ/ГТИ, используемые организацией, сотрудничество с РМ внешними устройствами. Сигналы qso и школой qsi разрешить МП системы запрос состояния очереди и для определения команд для выполнения.

При необходимости повысить производительность МП системы управления МАЭП по версии WBC, а в качестве основного МП КМ1810ВМ86 вспомогательный арифметический сопроцессор.

КМ1810ВМ87 сопроцессор для выполнения операций (сложение, вычитание, умножение и деление) с целыми числами и с плавающей запятой, длина слова от 2 до 10 байт. Параллельной работы с МП КМ1810ВМ87, что МП КМ1810ВМ86 согласны с выводами двух процессоров (выводы ЦТА и СКШ).

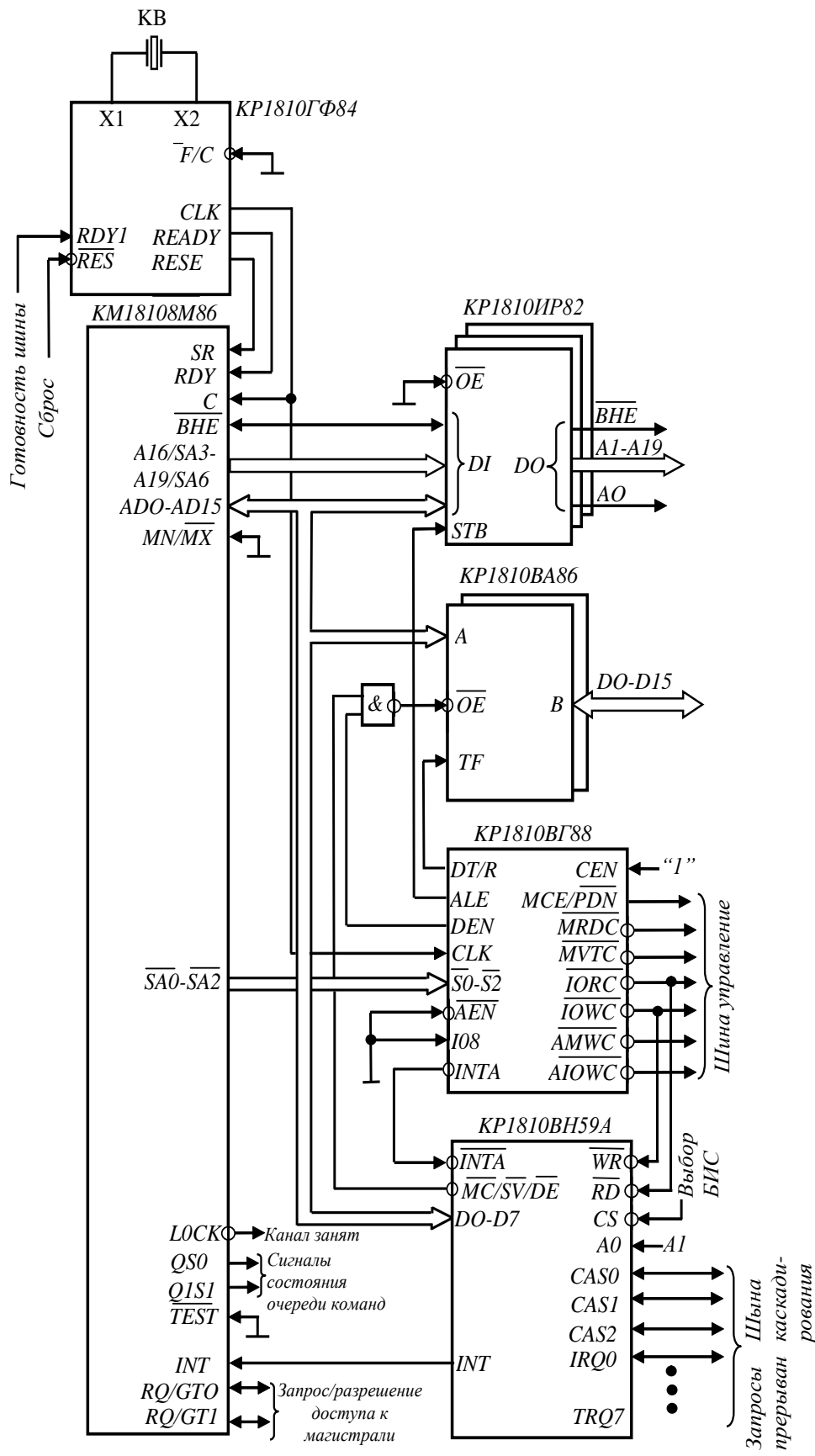


Рисунок 3.15 – Максимальный режим МП KM1810BM86

В таблице 3.1 приведен состав микропроцессора, который включает 14 микросхем [25]:

Таблица 3.1 – Состав микропроцессорного МПК БИС К1810

Тип БИС	Аналог	Назначение	Технология
K1810BM86	i8086	Центральный процессор CPU	n-МОП
K1810BM87	i8087	Сопроцессор арифметический	n-МОП
K1810BM88	i8088	МП с 8-битной шиной данных	n-МОП
K1810BM89	i8089	Спецпроцессор ввода/вывода	n-МОП
K1810ГФ84	i8284	Генератор тактовых импульсов	ТТЛШ
K1810ВГ88	i8288	Системный контроллер	ТТЛШ
K1810ВБ89	i8289	Арбитр системной шины	ТТЛШ
K1810UP82	i8282	Регистр-защелка	ТТЛШ
K1810ВА86	i8286	Шинный формирователь	ТТЛШ
K1810ВН59А	i8259А	Программируемый контроллер прерываний	n-МОП
K1810BT37	i8237	Контроллер ПДП	n-МОП
K1810BU54	i8254	Таймер	n-МОП
K1810ВВ51	i8251	Программируемый связной адаптер	n-МОП
K1810ВВ55	i8255	Программируемый периферийный адаптер	n-МОП

Серия К1810 является полным аналогом микропроцессора i8086/88 [25]. Этот микропроцессор системы управления Mael используется (таймеры программируемые. Их помощью осуществляется внедрение угол рассчитывается тиристора управления, выберите временные интервалы, соответственно, предварительно установленные значения, которые сохраняются в памяти таймера. Вот детали программируемый таймер, для того, чтобы сократить время компьютера, целесообразно выполнять синхронно.

Существует два типа таймера: пред-и без накопления сигнала. Таймер, сигнал, дополнительно накопления информации, соответствующий продолжительности интервала времени сохраняется только отправная точка этого интервала, каждый из которых подсчитывая пульс таймера содержимое уменьшается на единицу. Когда содержимое таймера достигает нуля, его выходной сигнал используется для управления устройствами или для прерывания программы компьютера.

Таймер предварительного накопления информации о сигналы могут быть записаны в произвольной точке в интервале времени, равном заранее. Недостатком данного таймера является его относительно высокая стоимость по сравнению с таймера, первого типа.

СИФУ роль развития системы, онлайн фишки KR580VI53 – три программируемых каналов-устройство (таймер), предназначено для организации работы микропроцессора в режиме реального времени системы. Микросхема формирует сигналы с различными временными параметрами. Программируемый таймер (ПТ) выполняется в виде трех каналов, 16 бит, общего контроля цепи. Каждый канал может работать в шести режимах. Программирование режима работы канала (в самом деле, введя контрольное слово реестр, режимы каналов, и против запланированных количество байт. Контрольное слово определяет режим работы канала, тип счета (двоичный или BCD), формат чисел (одно-или двухместный бит). Обмен информацией с микропроцессором, через 8-бит для передачи данных канала. Частота синхронизации канала, вход 0÷5 МГц.

На рисунке 3.16 показана функциональная схема, разработанная для механизмов с частыми пусками и торможениями.

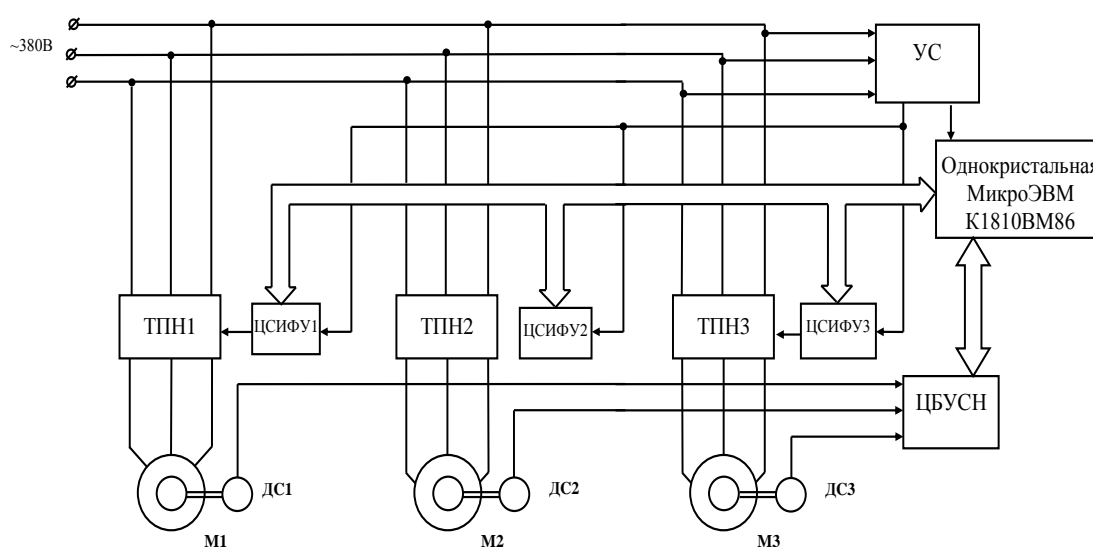


Рисунок 3.16 – Функциональная схема многодвигательного асинхронного электропривода синхронного вращения

Вместо асинхронного двигателя кольца, используемые в асинхронном двигателе с короткозамкнутым ротором. При общем кодировании сопротивление старой схеме закрыт, двигатель Номинальный режим работы идут естественного и механического оборудования, улучшается вентиляция легких. Стабильность и жесткость двигателя характеристики системы улучшены через АД к. з. ротор. Синхронность вращения вспомогательного двигателя статорным цепям, чтобы ограничить энергоснабжение тиристорными преобразователями напряжения.

Цифровые системы импульсно-фазового управления тиристорами и блок сравнения скоростей вращения двигателей контролируются однокристалльными микроЭВМ выполненной на центральных

микропроцессорах КМ1816ВЕ48 или К1810ВМ86. В качестве ЦСИФУ могут быть рекомендованы микросхемы КР580ВИ53, либо К1810ВИ54.

Выводы

Обзор современных микропроцессоров и их технико-экономических показателей подтверждает, что создание системы синхронного вращения асинхронных двигателей конкурентоспособны системам многодвигательных электроприводов постоянного тока. Такая система с успехом может применяться и для асинхронного двигателя с фазным ротором, но при этом не используются достоинства этого типа двигателя, и сохраняются недостатки (цена, массогабаритные показатели, эксплуатационные расходы). Регулирование скорости асинхронных двигателей обоих типов обеспечивается одновременным изменением частоты и величины питающего их напряжения, что является оптимальным для получения желаемых механических и энергетических характеристик привода. Основными свойствами этой системы электропривода следует считать:

- плавное регулирование скорости в диапазоне (1:50);
- специальные типы микропроцессоров могут обеспечить диапазон регулирования скорости в диапазоне 1:100;
- возможность получения желаемой «жесткости» механических характеристик;
- высокий КПД во всех двигательных режимах (т.е. исключая тормозные режимы) электропривода;
- высокий коэффициент мощности;
- отсутствие больших бросков сетевого тока, т.е. достаточно благоприятная совместимость с питающей сетью;
- наличие сравнительно небольшой величины токов высших гармоник.

Заключение

В диссертационной работе исследовалось микропроцессорное управление многодвигательным электроприводом синхронного вращения с ТПН на примере автоматической линии гальванических ванн.

Обзор современных микропроцессоров и их технико-экономических показателей подтверждает, что создание системы синхронного вращения асинхронных двигателей конкурентоспособны системам многодвигательных электроприводов постоянного тока. Такая система с успехом может применяться и для асинхронного двигателя с фазным ротором, но при этом не используются достоинства этого типа двигателя, и сохраняются недостатки (цена, массогабаритные показатели, эксплуатационные расходы). Регулирование скорости асинхронных двигателей обоих типов обеспечивается одновременным изменением частоты и величины питающего их напряжения, что является оптимальным для получения желаемых механических и энергетических характеристик привода. Основными свойствами этой системы электропривода следует считать:

- плавное регулирование скорости в диапазоне (1:50);
- специальные типы микропроцессоров могут обеспечить диапазон регулирования скорости в диапазоне 1:100;
- возможность получения желаемой «жесткости» механических характеристик;
- высокий КПД во всех двигательных режимах (т.е. исключая тормозные режимы) электропривода;
- высокий коэффициент мощности;
- отсутствие больших бросков сетевого тока, т.е. достаточно благоприятная совместимость с питающей сетью;
- наличие сравнительно небольшой величины токов высших гармоник.

В первой главе диссертационной работы был рассмотрен технологический цикл покрытия проволоки в гальванических ваннах и выявлены основные требования указывающие на необходимость синхронизации АД связанных электрическим способом.

Показанные способы существующих классических процессов регулирования АД показали присущие каждому из них недостатки и низкую способность осуществить требуемую синхронизацию для данного технологического цикла.

Вторая глава раскрывает по отдельности процессы синхронизации и обрисовывает основной состав применяемого оборудования для реализации требуемого процесса показывая саму суть устройства управления АД и объект непосредственного исследования для получения оптимальных механических характеристик и энергетических показателей.

В заключительной главе исследован процесс управления и синхронизации МАЭП СВ с помощью микропроцессорного устройства показавшее оптимальность и преимущества МУ АД.

Список литературы

- 1 Протасова В.А., Панин П.М., Хутарев Д.Д. Шерстопрядильное оборудование. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 576 с.
- 2 Протасова В.А., Бельшев Б.Е., Панин П.М., Хутарев Д.Д. Прядение шерсти и химических волокон (приготовление аппаратной ровницы и чесальной ленты). – М.: Легпромбытиздат, 1987. – 294 с.
- 3 Справочник по шерстопрядению. Под ред. В.К. Афанасьева и др. – М: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 473 с.
- 4 Африканов И.А. и др. Шерстопрядильное оборудование. – М.: Легкая индустрия, 1966. – 651 с.
- 5 <http://www.msta.ac.ru> – Официальный сайт МГТУ имени А.Н. Косыгина (Московский государственный текстильный университет).
- 6 <http://textile-press.ru> – информационный портал ЛегПромБизнес.
- 7 Гультаев А.К. Визуальное моделирование в среде MATLAB. Учебный курс. Спб.: Корона Принт, 2000. - 432 с , ил.
- 8 Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления В.Г. Болтянский. М. Наука, 1968. 408 с.
- 9 Сарсенбаев Е.А., Колтун Н.А., Сарсенбаев Н.С. Современное развитие электроприводов с микропроцессорным управлением // «Инженерлік білім және ғылым ХХІ ғасырда» халықаралық конференциясының еңбектері. – Алматы, 2004. – Том 3. – 66-70 б.
- 10 Усманходжаев Н.М., Сагитов П.И., Белоковский Р.И. Теория и методы расчета систем согласованного вращения многодвигательного асинхронного электропривода. – Ташкент: Фан, 1989. – 176 с.
- 11 Сагитов П.И. Системы многодвигательного электропривода синхронного вращения. – Алматы, 1996. – 165 с.
- 12 Тергемес К.Т. Многодвигательные асинхронные электропривод с тиристорными преобразователями напряжения чесальных аппаратов. – Алматы: КБТУ, 2007. – 110 с.
- 13 Онищенко Г.Б. Электрический привод. – М.: Академия, 2006. – 288с.
- 14 Попов А.Н. Управление асинхронным двигателем от регулятора напряжения с обратной связью по скорости // Электро. – 2003. – №6. – С.31-36.
- 15 Башарин А.В. Управление электроприводами: учеб. пособие.: Энергоиздат, 1982. 392 с.
- 16 Терехов В.Н., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. – М.: Академия, 2006. – 300 с.
- 17 Тергемес К.Т., Сарсенбаев Е.А., Колтун Н.А. Управление трехдвигательным асинхронным электроприводом от тиристорного преобразователя напряжения // «Автоматтандыру және басқару. Болашағы, мәселелер және шешімдер» халықаралық конференциясының еңбектері. – Алматы, 2007. – С. 184-187.

18 Шубенко В.А., Браславский И.Я., Шрейнер Р.Т. Асинхронный электропривод тиристорным управлением. М.: Энергия, 1967.

19 Шубенко В.А., Браславский И.Я., Ясенев Н.Д. Улучшение регулировочных и динамических свойств асинхронных двигателей при тиристорном управлении // Электричество. 1968. № 6.

20 Браславский И.Я., Зюзев А.М. Электроприводы на основе систем «Тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный двигатель» с аналоговым и цифровым управлением для механизмов робототехнических комплексов // Автоматизированный электропривод. М.: Энергоатомиздат, 1990. С.439-443.

21 Браславский И.Я., Зюзев А.М., Шилин СИ. Тиристорный преобразователь напряжения в асинхронных электроприводах с микропроцессорным управлением // Электротехника. 1996. № 6.

22 <http://www.naf-st.ru>. Структура микропроцессорных систем управления. – 2003-2013.

23 Новожилов О.П. Основы микропроцессорной техники. – М.: ИП РадиоСофт, 2007. – 432 с.

24 Под.ред. В.Г. Домрачева. Глава 2. Микропроцессорный комплект К1810 // Одноплатные микроЭВМ = Одноплатные микроЭВМ. — Микропроцессорные БИС и их применение. — М.: Энергоатомиздат, 1988. — С. 128

25 Казаринов Ю.М. и др. Микропроцессорный комплект К1810. Справочник. – М.: Высш. школа, 1990. – 269 с.

26 Сажин Б.С. (ред) Охрана труда на предприятиях текстильной промышленности. Учебное пособие для ВУЗов. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004. – 433 с.

27 Жакупов А.А. Методические указания к выполнению экономической части дипломного проекта по дисциплине «Экономика отрасли». – Алматы, 2008.