

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Автоматизированный электропривод»

В. В. Логвин, Л. В. Веппер, М. Н. Погуляев

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

**по одноименной дисциплине для студентов
специализаций 1-43 01 03 01 «Электроснабжение
промышленных предприятий», 1-43 01 03 05
«Электроснабжение предприятий агропромышленного
комплекса», специальности 1-43 01 07 «Техническая
эксплуатация энергооборудования организаций»
дневной формы обучения**

Гомель 2010

УДК 62-83(075.8)
ББК 31.291я73
Л69

*Рекомендовано научно-методическим советом
факультета автоматизированных и информационных систем
ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 7 от 09.03.2010 г.)*

Рецензент: зав. каф. «Электроснабжение» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *О. Г. Широков*

Логвин, В. В.

Л69

Электрический привод : лаборатор. практикум по одноим. дисциплине для студентов специализаций 1-43 01 03 01 «Электроснабжение промышленных предприятий», 1-43 01 03 05 «Электроснабжение предприятий агропромышленного комплекса», специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» днев. формы обучения / В. В. Логвин, Л. В. Веппер, М. Н. Погуляев. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – 45 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Рассмотрены теоретические вопросы, приведены примеры по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электрический привод».

Для студентов специализаций 1-43 01 03 01 «Электроснабжение промышленных предприятий», 1-43 01 03 05 «Электроснабжение предприятий агропромышленного комплекса», специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» дневной формы обучения.

УДК 62-83(075.8)
ББК 31.291я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2010

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Комплектный тиристорный электропривод для механизмов подач металлорежущих станков

Цель работы: изучить особенности построения приводов подач металлорежущих станков и работу СИФУ тиристорного преобразователя.

Содержание работы

К электроприводам подач предъявляются высокие требования в отношении диапазона регулирования, статизма характеристик, точности остановки и т.д. Все это обусловило широкое применение замкнутых систем электроприводов на постоянном токе.

Небольшой диапазон требуемых мощностей привел к созданию и выпуску комплектных тиристорных приводов со специальными электродвигателями. Одной наиболее распространенной серией является серия приводов ПТЗ с широким диапазоном регулирования 1:200 – 1:2000 и точностью регулирования 5 – 10%

Общий диапазон мощностей двигателей серии от 0,6 кВт до 10 кВт, что удовлетворяет практически все привода подач токарных, фрезерных и расточных станков.

Основное исполнение - нереверсивное (с динамическим торможением) и диапазоном регулирования до 1:200. Будучи наиболее простым и надежным данное исполнение удовлетворяет требованиям, предъявляемым к приводам тяжелых станков токарной группы.

Второе исполнение - реверсивное с наличием двух групп управляемых выпрямителей, обеспечивающих рекуперативное торможение. Диапазон регулирования 1:300. Основное назначение - привод подачи продольно-фрезерных станков, где требуется интенсивное торможение и реверс.

Третье исполнение - реверсивный привод с диапазоном регулирования до 1:2000. Область применения - приводы подачи тяжелых и средних станков расточной группы.

Схемы выпрямления

Выбор схемы выпрямления производится исходя из следующих факторов:

1) Схема выпрямления должна быть по возможности простой, и в то же время, для третьего исполнения необходимо обеспечить малую величину пульсаций выпрямленного напряжения и высокие динамические свойства привода.

2) Силовая схема должна иметь наилучшие энергетические показатели, если это не приводит к ухудшению других характеристик привода.

3) Для увеличения надежности работы преобразователей в процессах пуска и при перегрузках тиристоры следует выбирать с запасом по номинальному току не менее двухкратного.

4) Схемы и конструкции приводов должны быть унифицированы.

Исходя из вышеизложенного:

1. Для нереверсивного привода принята трехфазная мостовая схема, как обеспечивающая малую зону прерывистых токов и позволяющая применить вентили низкого класса.

2. Для реверсивного исполнения с диапазоном регулирования до 1:300 принята трехфазная схема с нулевым выводом, поскольку в реверсивной схеме зона прерывистых токов практически отсутствует (за счет уравнивающих токов) и применение нулевой схемы дает возможность упростить преобразователь.

3. Для третьего исполнения (реверсивный привод с диапазоном регулирования до 1:2000), вследствие необходимости обеспечения высоких динамических показателей принята трехфазная мостовая схема, позволяющая существенно снизить индуктивность уравнивающих реакторов и несколько повысить быстродействие привода.

Силовое оборудование

В приводах серии ПТ используются двигатели серии ПБСТ, разработанные специально для станкостроения. Эти двигатели имеют закрытое необдуваемое исполнение, которое обеспечивает сохранение условий охлаждения вне зависимости от скорости вращения, что позволяет полностью использовать двигатель по моменту на малых скоростях. Наличие встроенного тахогенератора с

небольшими пульсациями напряжений обеспечивает лучшие характеристики привода и значительное повышение его надежности по сравнению с двигателями с сочлененными тахогенераторами. Двигатели ПБСТ имеют меньшие момент инерции, сопротивление и индуктивность якорной цепи по сравнению с двигателями серии П и 2П.

Во всех приводах серии ПТ применяются силовые трехфазные трансформаторы серии ТТ, линейное вторичное напряжение которых согласуется со схемой выпрямления.

Работа привода

Комплектный реверсивный тиристорный привод (с диапазоном регулирования до 1:300 (рисунок 1)) состоит из силового трансформатора Тр, реверсивного тиристорного преобразователя, двигателя постоянного тока со встроенным тахогенератором ТГ и задатчика скорости R_3 .

Реверсивный тиристорный преобразователь собран по встречно-параллельной схеме, состоящей из двух тиристорных групп, включенных по трехфазной схеме с нулевым выводом. Якорь двигателя подключается между общей точкой уравнильных реакторов и нулевой точкой силового трансформатора.

Управление тиристорными группами согласованное. Для ограничения уравнильных токов в силовой цепи устанавливают уравнильные реакторы Р1 и Р2. Вторичная обмотка трансформатора защищена от перенапряжения цепочками R_7-C_4 , R_8-C_5 , R_9-C_6 .

Обмотка возбуждения двигателя питается от выпрямителя, от которого питаются и цепи управления. Обмотка защищена от перенапряжений диодом V_{12} .

Для обеспечения требуемых характеристик привода по стабильности частоты вращения, при ее изменении в широком диапазоне, применяется замкнутая система регулирования с обратной связью по скорости. Для увеличения коэффициента усиления системы по напряжению и уменьшения статизма используется промежуточный транзисторный усилитель У.

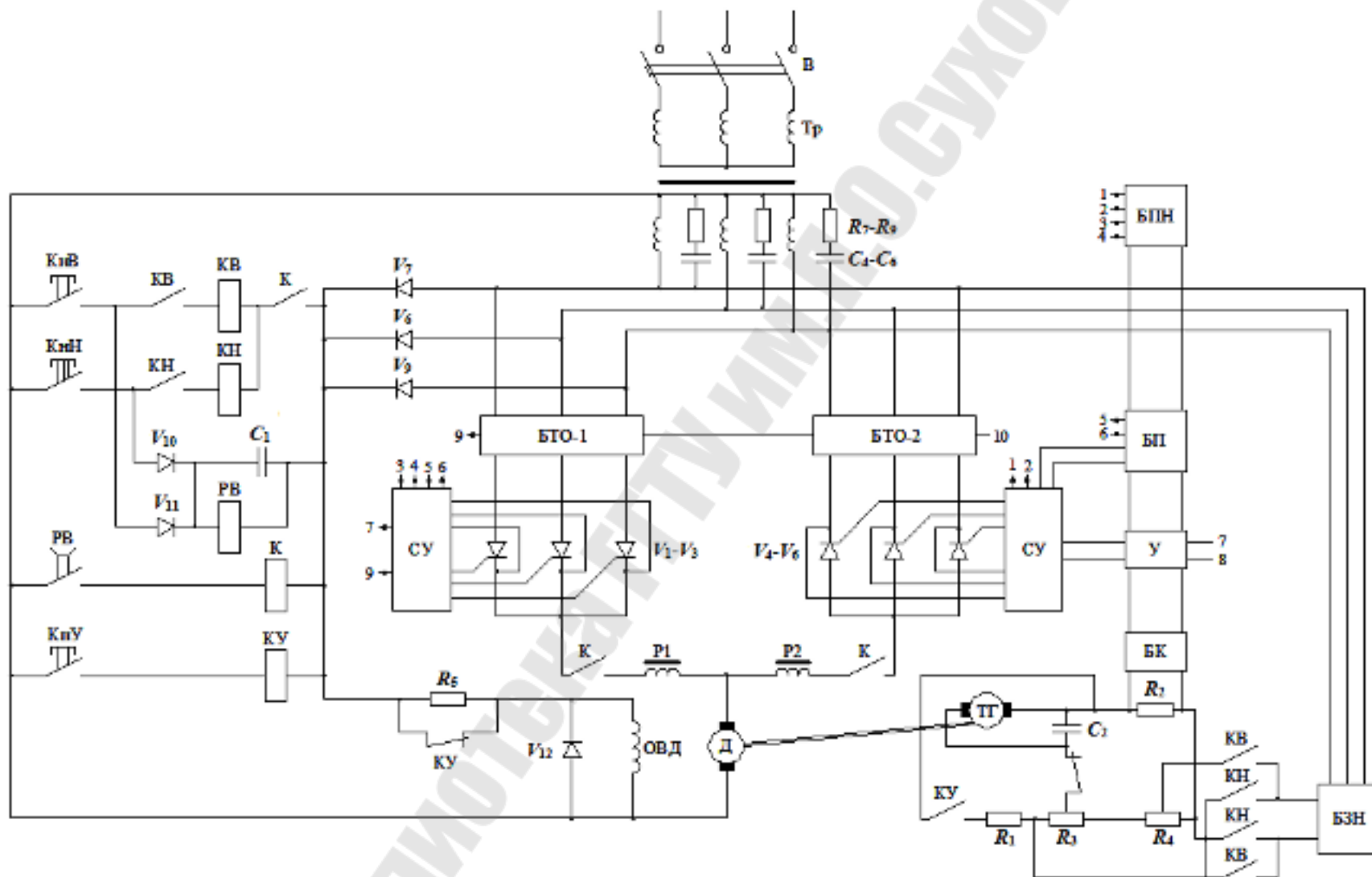


Рисунок 1 - Комплектный реверсивный тиристорный привод

На задающий потенциометр R_3 подается стабилизированное напряжение с блока задающего напряжения БЗН. Разность задающего напряжения и напряжения обратной связи по скорости, снимаемого с тахогенератора ТГ, подается на корректирующее звено БК, представляющее собой интегро-дифференцирующее звено. Сигнал с выхода корректирующего звена подается на усилитель У. Напряжение с выхода усилителя поступает на блоки управления СУ вентилями.

Блок управления (рисунок 2) состоит из фазосдвигающего устройства с формирователем (транзистор V_2), усилителя (транзистор V_3) и генератора импульсов, выполненного по схеме ждущего блокинг-генератора (составной транзистор V_6 и V_7). Фазосдвигающее устройство работает по принципу вертикального управления. На вход СУ подается два напряжения: напряжение пилообразной формы и управляющее напряжение постоянного тока, изменяющееся по величине и полярности. Необходимый сдвиг рабочей зоны пилообразного напряжения относительно анодного напряжения обеспечивается соответствующим включением обмоток трансформатора пилообразного напряжения относительно вторичных обмоток силового трансформатора.

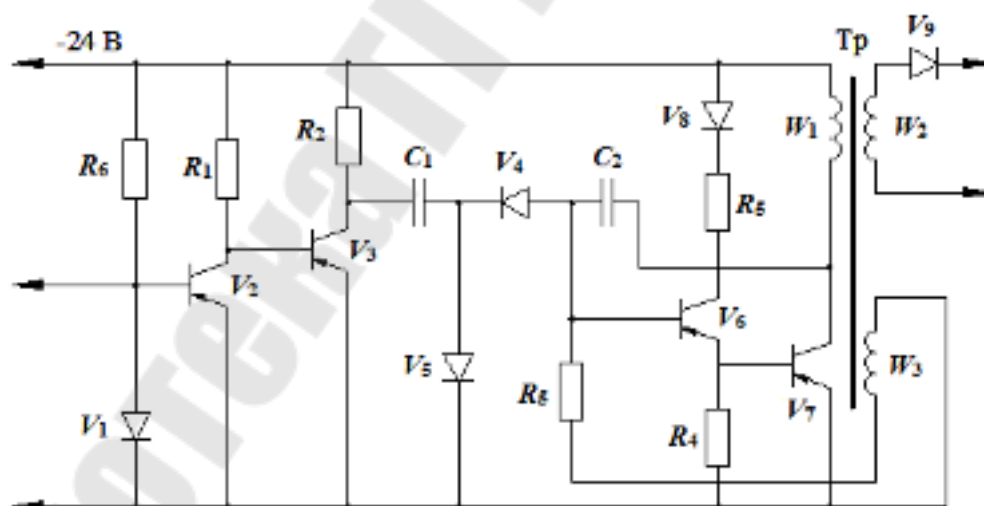


Рисунок 2 - Блок управления

Для того, чтобы отпирающий импульс при нулевом управляющем сигнале находится примерно в 90 эл. град. относительно точки естественного зажигания, на базу V_2 подается отрицательное смещение через сопротивление R_6 .

На рисунке 3 приведены диаграммы формирования импульсов, где обозначено:

U_a - анодное напряжение тиристора (фазное напряжение на вторичной обмотке трансформатора);

U_{62} - напряжение на входе системы управления;

U_y - напряжение управлению;

$U_{п}$ - пилообразное напряжение;

$U_{кз}$ - напряжение на коллекторе транзистора V_3 ;

U_{66} - напряжение на базе транзистора V_6 ;

$U_{вых}$ - выходной импульс, открывающий тиристор.

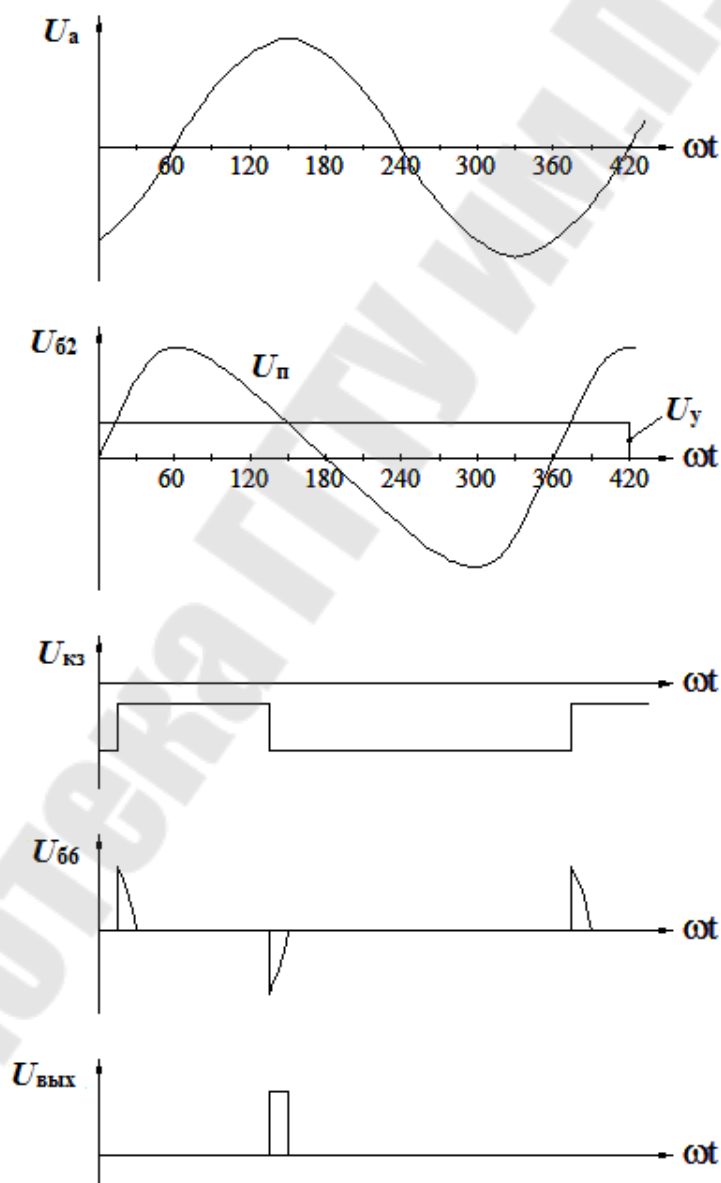


Рисунок 3 - Диаграммы формирования импульсов

Как видно из рисунка 3, в цепи базы транзистора V_2 и в его коллекторной цепи протекает ток, имеющий форму прямоугольных импульсов, длительность и положение которых определяется величиной и полярностью управляющего напряжения. Снимаемый с формирователя импульсов подается на базу транзистора V_3 , который усиливает и меняет его фазу, после чего импульс дифференцируется конденсатором C_1 . Образующийся при этом положительный импульс срезается диодом V_5 , а отрицательный - подается на базу транзистора V_6 и запускает ждущий блокинг-генератор, выполненный на удвоенном транзисторе V_6 - V_7 с трансформаторной обратной связью. При подаче на базу транзистора V_6 короткого отрицательного импульса открывается транзистор V_7 . Ток, протекающий при этом в обмотке W_1 трансформатора, создает в обмотке W_3 ЭДС, направленную таким образом, чтобы поддержать ток в базе транзистора V_7 и после снятия входного сигнала. Длительность выходного импульса и крутизна его определяется параметрами трансформаторов, величиной сопротивления R_5 , коэффициентом усиления транзисторов V_6 и V_7 и т.д. Чтобы блокинг-генератор не срабатывал от ложных импульсов, в цепи база-коллектор транзистора V_6 установлен конденсатор C_2 , снижающий чувствительность блокинг-генератора к коротким сигналам. Управляющий импульс снимается с обмотки W_2 и через последовательно включенный диод подается на управляющий электрод тиристора. Зависимость фазы выходного импульса от входного сигнала приведена на рисунке 4.

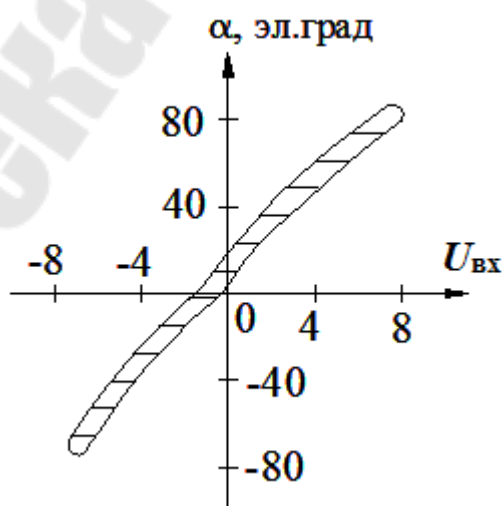


Рисунок 4 - Зависимость фазы выходного импульса от входного сигнала

Как отмечалось, для фиксации моментов формирования импульсов применяется пилообразное напряжение. Пилообразное напряжение получается при сложении синусоиды и двух полусинусоид, сдвинутых относительно основной синусоиды на угол 60 эл. град (рисунок 5). Схема источника пилообразного напряжения рассчитана для питания шести блоков управления. Весь блок выполнен на трех одинаковых трансформаторах, каждый из которых имеет одну первичную и шесть вторичных обмоток. Пилообразное напряжение получается в результате сложения трех напряжений вторичных обмоток трансформаторов. Начальный фазовый сдвиг пилообразного напряжения относительно анодного должен обеспечивать сдвиг импульсов относительно точки естественного отпирания на 90 эл.град, при равенстве нулю управляющего напряжения, что соответствует нулевой скорости двигателя. На рисунке 6 показана принципиальная схема блока пилообразного напряжения БПН для одной группы клапанов, схема соединений для второй тиристорной группы аналогична первой, но обмотки трансформатора имеют обратную полярность. Данная схема обеспечивает диапазон изменения угла регулирования до 200 эл. град.

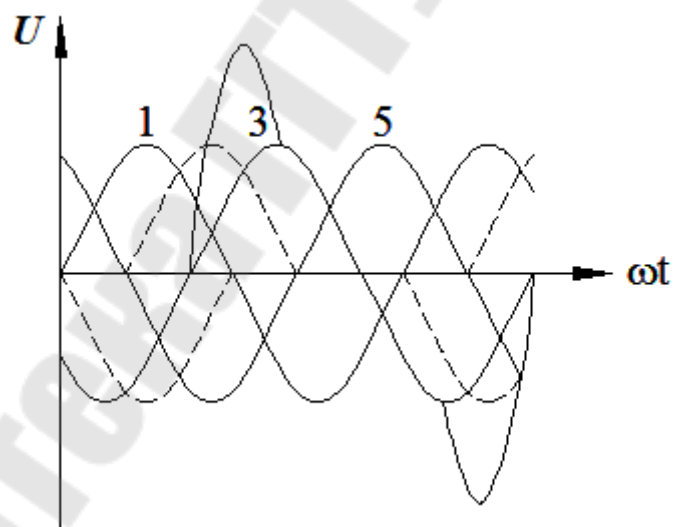


Рисунок 5 – Получение пилообразного напряжения

Для защиты тиристоров от перегрузок в схеме предусмотрено для каждой из групп непрерывное токоограничение. Блок токоограничения БТО (рисунок 7) состоит из трех трансформаторов тока, первичные обмотки которых включены последовательно в

силовую цепь на стороне переменного тока, а вторичные обмотки нагружены сопротивлениями R_1 , R_2 , R_3 . Напряжение, пропорциональное току в силовой цепи, снимается с активных сопротивлений, выпрямляется диодами $V_1...V_6$ и пульсации сглаживаются конденсатором C_1 . Часть выпрямленного напряжения снимается с потенциометра R_5 и подается на выходной каскад промежуточного усилителя $У$. Отсечка осуществляется стабилитроном V_7 . Когда ток превышает установленную величину, усилитель закрывается, двигатель останавливается и удерживается в таком положении до тех пор, пока не сработает тепловая защита автоматического выключателя.

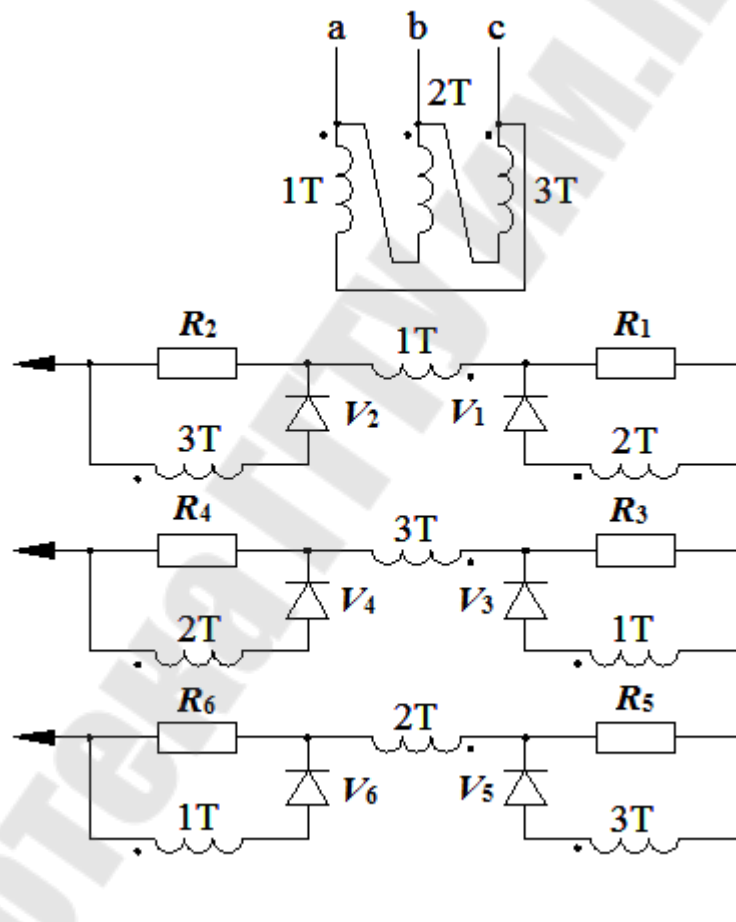


Рисунок 6 - Принципиальная схема блока пилообразного напряжения БПН

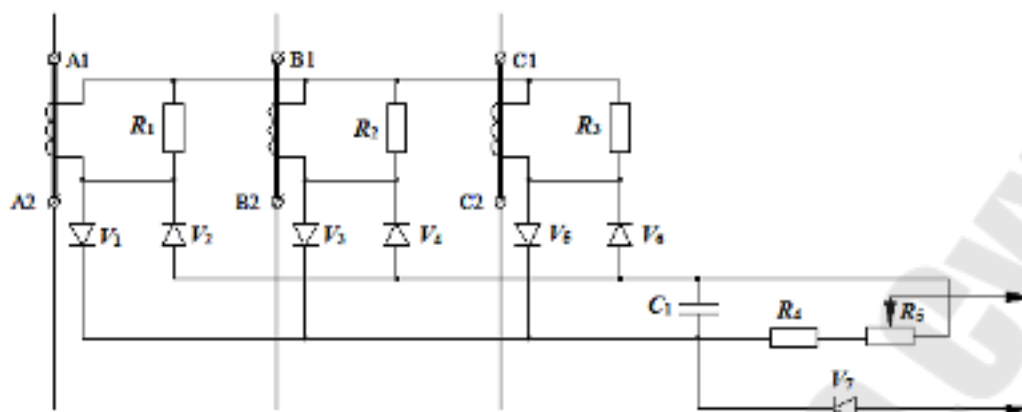


Рисунок 7 - Блок токоограничения БТО

Питание блоков управления и усилителя U производится от блока питания БП (рисунок 1).

Для уменьшения коэффициента обратной связи по мере увеличения частоты вращения, а также с целью снижения влияния пульсаций напряжения генератора, на входе блока коррекции БК установлено сопротивление R_2 порядка 1 кОм.

Ввиду того, что в реверсивном электроприводе нельзя производить остановку двигателя снятием управляющих импульсов, поскольку это может привести к опрокидыванию инвертора, включение и отключение производится в цепи задающего напряжения и затем включением или отключением без тока контактора K в цепи якоря электродвигателя Д.

Реле времени РВ за счет разряда конденсатора C_1 отключается через 1-1,5 с и выключается силовой контактор K , обеспечивая при этом запас времени на торможение двигателя до его отключения от преобразователя.

Схемой предусмотрен ускоренный ход двигателя, при этом последовательно с обмоткой возбуждения двигателя ОВД вводится сопротивление R_5 , отключается обратная связь по скорости и подается задающее напряжение через сопротивление R_1 на вход усилителя. При этом полностью отпирается одна из тиристорных групп, и двигатель разгоняется до максимальной скорости при ослабленном поле.

Схема реверсивного привода с диапазонов регулирования до 1:2000 отличается от описанной тем, что управляемый преобразователь выполнен по мостовой схеме и применен другой тип промежуточного усилителя. Схема нереверсивного электропривода отличаются кроме того, отсутствием уравнивающих реакторов и контактора K , а также заменой рекуперативного торможения на динамическое.

Контрольные вопросы:

1 Вариант

1. Дать общую техническую характеристику тиристорных приводов серии ПТ.
2. Описать работу системы управления тиристорами.

2 Вариант

1. Дать характеристику схем выпрямления, применяемых в тиристорных приводах серии ПТ.
2. Описать работу блока пилообразного напряжения.

3 Вариант

1. Дать общую характеристику двигателей, применяемых в тиристорных приводах серии ПТ.
2. Описать работу блока токоограничения.

4 Вариант

1. Дать описание работы общей схемы привода (рисунок 1).
2. Чем определяется выбор схем выпрямления?

5 Вариант

1. Как осуществляется ускоренный ход привода подачи?
2. Что такое опрокидывание инвертора?

6 Вариант

1. Что такое зова прерывистых токов и какие факторы влияет на ее ширину?
2. Какие виды защиты предусмотрены в приводе и какими средствами они осуществляются?

7 Вариант

1. Какие блоки и элементы входят в САР электроприводом?
2. В чем заключается назначение пилообразного напряжения, применяемого в СИФУ?

8 Вариант

1. С какой целью применяется обратная связь по частоте вращения двигателя и как она реализуется?
2. Какими параметрами элементов блокинг-генератора определяются амплитуда и длительность выходного импульса СИФУ?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Электропривод крановых механизмов

Цель работы: изучить особенности работы, характеристики и схемы электроприводов механизмов крановых установок.

Содержание работы

Электрические краны предназначены для вертикального и горизонтального перемещения грузов. Различные по конструкции они работают почти во всех отраслях народного хозяйства. Так, в цехах металлургических и машиностроительных предприятий используются мостовые краны. На рудничных дворах заводов, на угольных складах работают козловые, и перегрузочные. Склады с большой территорией обслуживают кабельные краны. В строительстве применяются башенные и порталные, которые относятся к поворотным кранам.

Режимы работы электроприводов

Характерным для кранов является повторно-кратковременный режим работы механизмов. Последний, в зависимости от вида статической нагрузки и технологических требований, с точки зрения электропривода, подразделяется на две группы. В одну группу входят механизмы подъема. Нагрузка данных механизмов создает момент, направление действия которого зависит от направления движения, т.е. момент является активным. При подъеме груза момент действует встречно движению, и двигатель работает в I квадрате плоскости $M\omega$ в двигательном режиме на характеристике 1 (рисунок 8). Для торможения может применяться динамическое торможение по характеристике 2. При спуске груза момент, создаваемый весом груза, направлен согласно с направлением движения. Если его величина превышает момент от трения в механической передаче, то двигатель работает в IV квадрате, на характеристике 3 в рекуперативном режиме, либо на характеристике 4 в режиме противовключения. Если момент, создаваемый весом груза, оказывается меньше момента от трения, то двигатель работает в двигательном режиме на характеристике 5. Для торможения может применяться динамическое торможение - характеристика 6.

Во вторую группу крановых механизмов входят механизмы передвижения (тележки, моста, крана) и механизмы поворота. Момент сопротивления двигателей этих механизмов определяется действием только сил трения. Он направлен всегда встречно движению и является реактивным. В зависимости от направления движения двигатель работает в I или в III квадратах плоскости $M\omega$ в двигательном режиме на характеристиках I и I' (рисунок 9).

Для торможения применяются динамическое - характеристики 2 и 2', торможение противовключением – характеристики 3 и 3'.

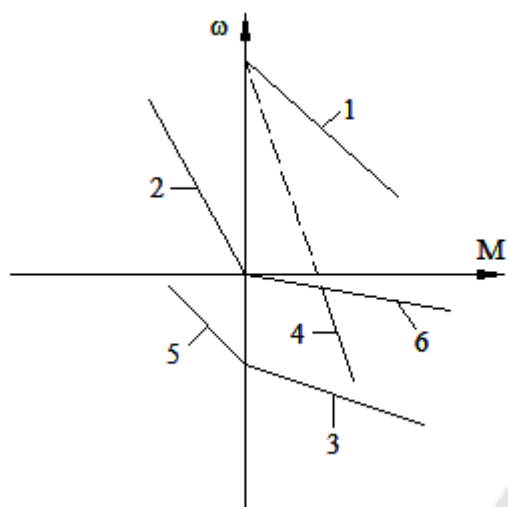


Рисунок 8

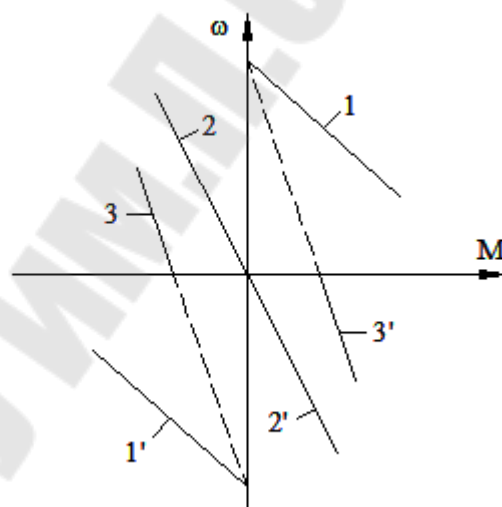


Рисунок 9

Аппаратура управления

Управление кранами осуществляется механическими (силовыми) и магнитными контроллерами. Механические случаи для коммутации как слабо-точных цепей управления и блокировок, так и сильноточных цепей. Магнитные контроллеры состоят из командо-контроллера и контакторной панели. Такое устройство позволяет осуществить автоматизацию процессов пуска, торможения и реверса электропривода в функции требуемого параметра (например, в функции времени). Таким образом, значительно облегчается управление краном и улучшается тепловой режим работы двигателя, так как происходит ограничение бросков тока на допустимом уровне.

Для автоматической остановки механизмов при их подходе к крайним положениям кран снабжается конечными выключателями.

На механизме подъема устанавливается один выключатель, ограничивающий движение вверх. Для безопасности обслуживания на люке выхода из кабины на мост, а также на дверях ведущих с посадочной площадки на мост крана, должны быть установлены выключатели, снимающие напряжение с контактных проводов моста при открывании люка или дверей.

Для защиты электрооборудования на кранах устанавливают защитные панели. Они имеют, как правило, групповые реле максимального тока, предохранители, рубильник или выключатель. Для подключения электрооборудования к сети используется контактор, катушка которого выполняет функцию нулевой защиты. В схему защитной панели вводят также контакты различных аппаратов, обеспечивающих надежность работы крана и безопасность его обслуживания. К ним относятся блокировочные контакты контроллера, контакты конечных выключателей, контакт люка и др.

Все механизмы снабжаются электромагнитными тормозами, которые затормаживают вал электродвигателя при его отключении от сети. Механизмы передвижения кранов, работающих на открытом воздухе, снабжаются противовеероугонными захватами, надежно затормаживающие кран при недопустимо сильном ветре.

Системы электроприводов кранов

Чаще всего применяется наиболее простая система электропривода с питанием двигателей постоянного или переменного тока от сети с неизменным напряжением через пускорегулирующие сопротивления. При этом для разных механизмов крана могут применяться двигатели различных типов.

Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором применяются при небольших мощностях и относительно малом числе включений и низких скоростях, когда нет необходимости ограничивать токи во время переходных процессов и снижать скорость для точной остановки. Таким образом, асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором применяется для привода тельферов, кран-балок, консольных кранов и т.д.

Наиболее широко в электроприводах кранов применяется асинхронные двигатели с фазным ротором, что объясняется возможностью с помощью сопротивлений ограничивать ток, получать пониженную скорость и изменять в широких пределах пусковой

момент, получай тем самым желаемые ускорения и плавность пуска. Данные двигатели используются при средних и больших мощностях и среднем числе включений в час.

Когда предъявляются жесткие требования в отношении регулирования частоты вращения, ограничения стопорного механизма и плавности протекания переходных процессов применяются замкнутые системы электропривода, из которых наибольшее распространение получили Г-Д и ТП-Д.

На кранах, двигатели которого получают питание от общей сети постоянного или переменного тока, применяется два способа управления: контроллерное - с помощью механического контроллера и контакторное - с помощью магнитного контроллера.

Контроллерное управление электроприводами

Для управления ЭД крановых механизмов применяют контроллеры типов ККТ и ККП. Схемы управления двигателями могут быть симметричными и несимметричными относительно нулевого положения контроллера или коммандо-контроллера. Симметричной схемой называется такая, при которой включение двигателя, а следовательно, и его характеристики при положениях рукоятки контроллера, имеющих одинаковый номер аналогичны. Такие схемы применяются обычно для механизмов передвижения и поворота. Несимметричные схемы применяются для механизмов подъема, когда при подъеме и опускании груза двигатель работает в разных режимах и на различных характеристиках.

Типовая схема контроллерного управления асинхронным двигателем с фазным ротором и характеристики двигателя представлены на рисунке 10. Питание к двигателю подводится через защитную панель ПЗК, на которой имеются рубильник В, предохранитель, линейный контактор КЛ, реле максимального тока РМ выключатель ВА. В схему управления введены также контакты конечных выключателей КВВ и КВН, выключатели люка выхода на мост КВЛ и кнопка управления Кн. При переводе контроллера вправо или влево от нулевого положения с помощью контактов К1, К3 и К5, К7 изменяют

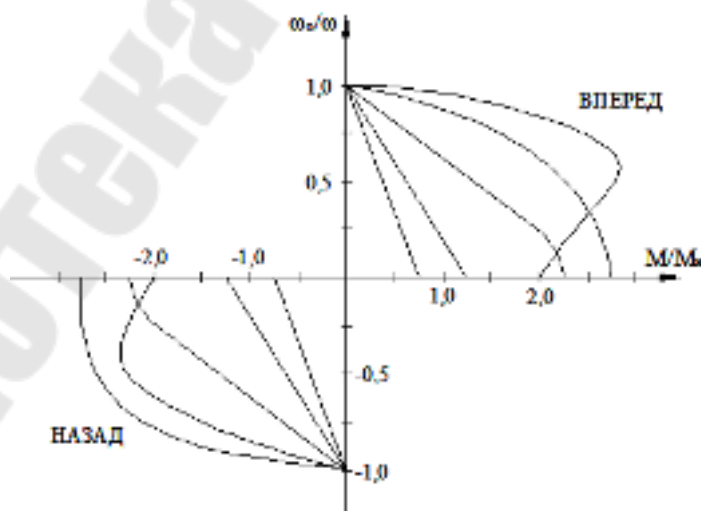
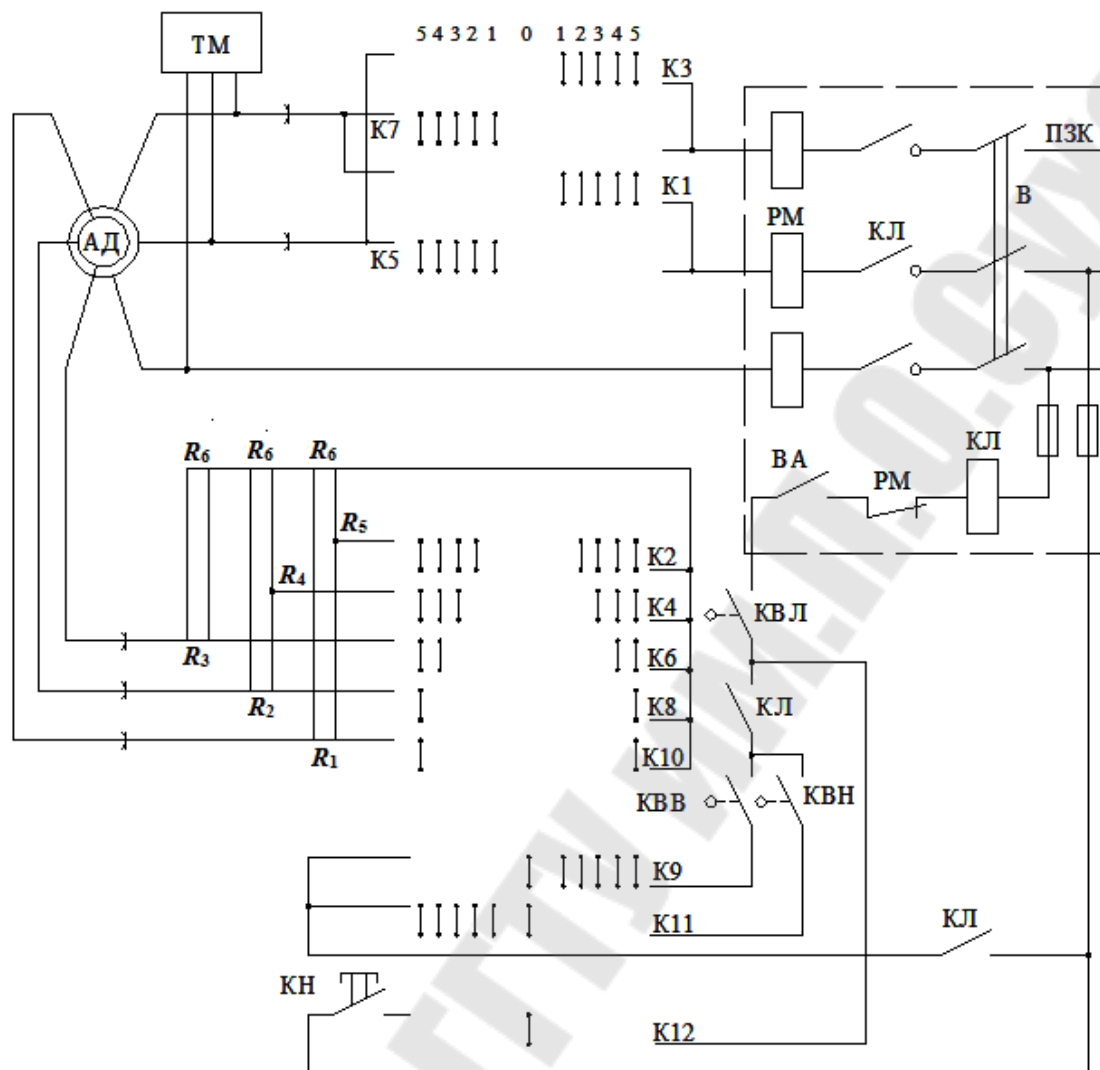


Рисунок 10 - Типовая схема контроллерного управления асинхронным двигателем с фазным ротором и характеристики двигателя

порядок чередования фаз напряжения на статоре, выбирая при этом требуемое направление движения. Одновременно с двигателем включается или отключается тормозной электромагнит ТМ.

Плавный пуск и регулирование скорости осуществляется путем шунтирования сопротивлений в цепи ротора двигателя, когда оператор переводит рукоятку контроллера из одного положения в другое. Изменение положения рукоятки должно происходить с некоторыми интервалами времени, что необходимо для ограничения бросков тока и момента двигателя. С целью уменьшения количества контактов и габаритов контроллера применяется несимметричная схема включения сопротивлений в цепь ротора.

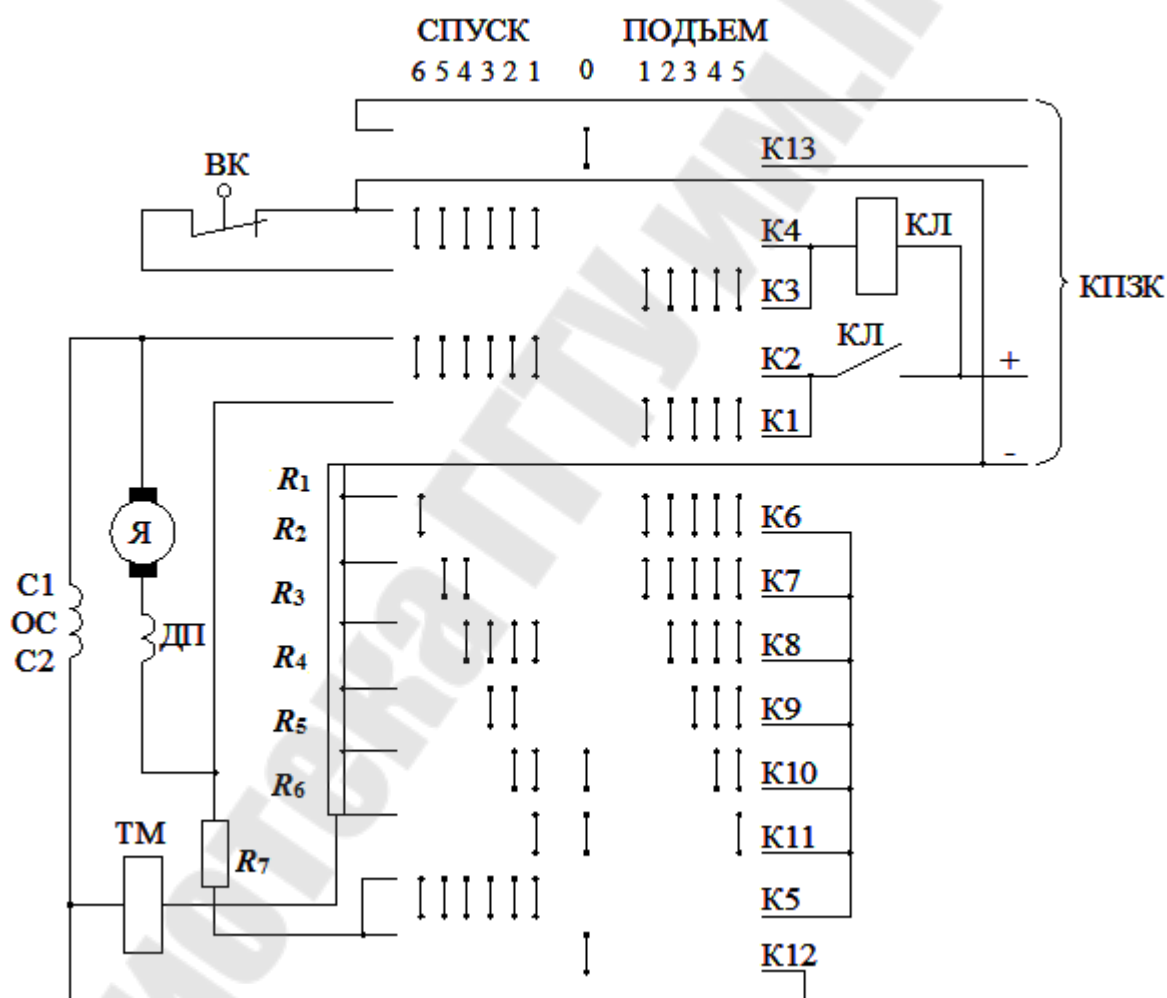


Рисунок 11 - Схема управления двигателем постоянного тока для механизма подъема

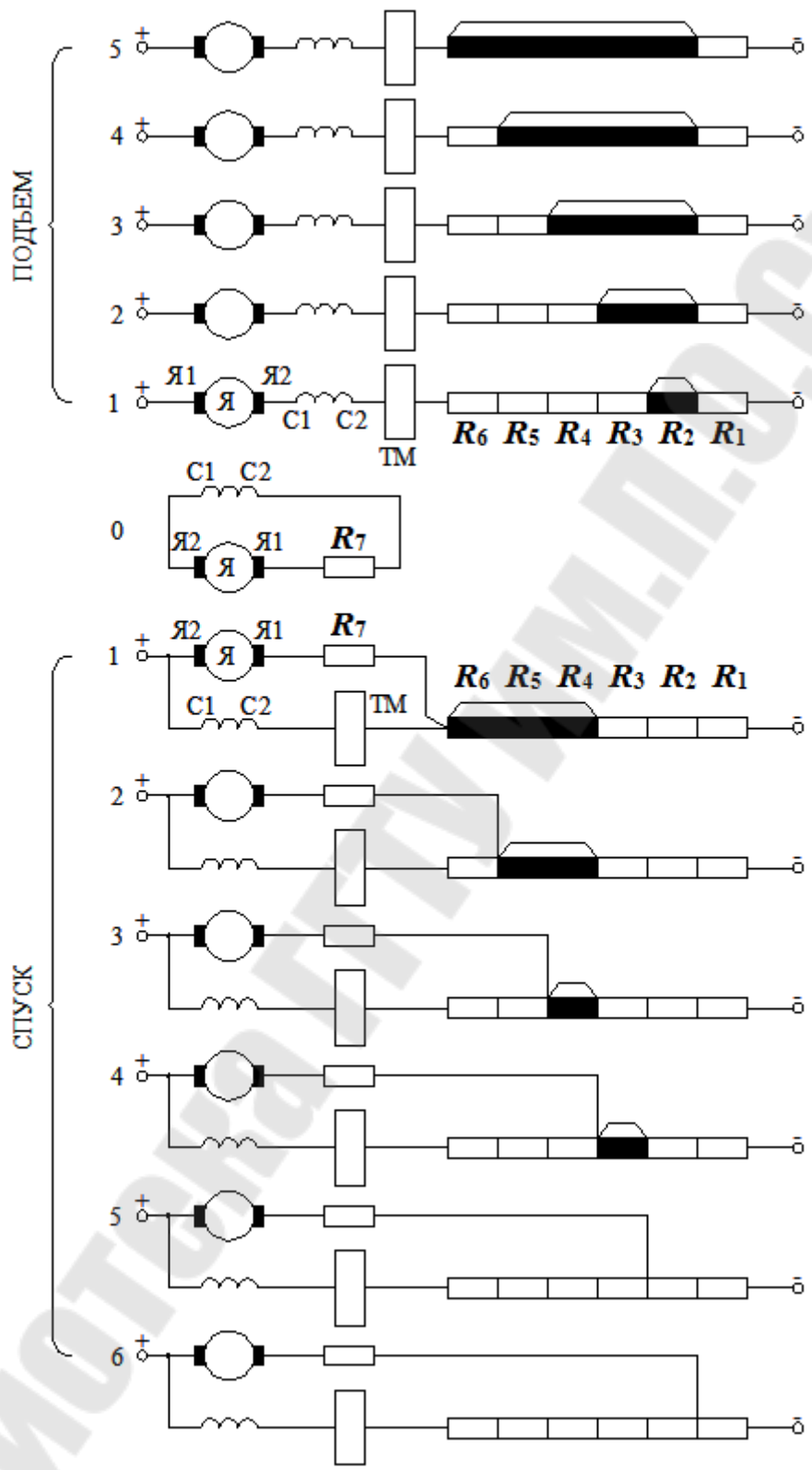


Рисунок 12 - Развернутая схема включения двигателя в различных положениях контроллера

Для механизма подъема применяется контроллер с несимметричной схемой. В частности, в положении "I" на спуск двигатель может включаться как однофазный и иметь характеристику, показанную штриховой линией на рисунке 10.

Схема управления двигателем постоянного тока для механизма подъема представлена на рисунке 11, а на рисунке 12 - развернутая схема включения двигателя в различных положениях контроллера. На рисунке 13 показаны типовые механические характеристики двигателя при управлении данным контроллером.

Как видно из рисунка 12 в положениях на подъем якоря, обмотка возбуждения, обмотка тормоза и пускорегулирующие сопротивления включены последовательно. Двигатель в этом случае обладает типичными характеристиками двигателя последовательного возбуждения (рисунок 13).

В положениях на спуск обмотка якоря и обмотка возбуждения включены параллельно, что позволяет получить более жесткие характеристики, чем для режима подъема, а также возможность работать в двигательном и в генераторных режимах. По мере перевода рукоятки контроллера в более крайние положения, сопротивление в цепи якоря уменьшается, а в цепи обмотки возбуждения увеличивается. Это приводит к тому, что характеристики при спуске имеют примерно одинаковый наклон (рисунок 13).

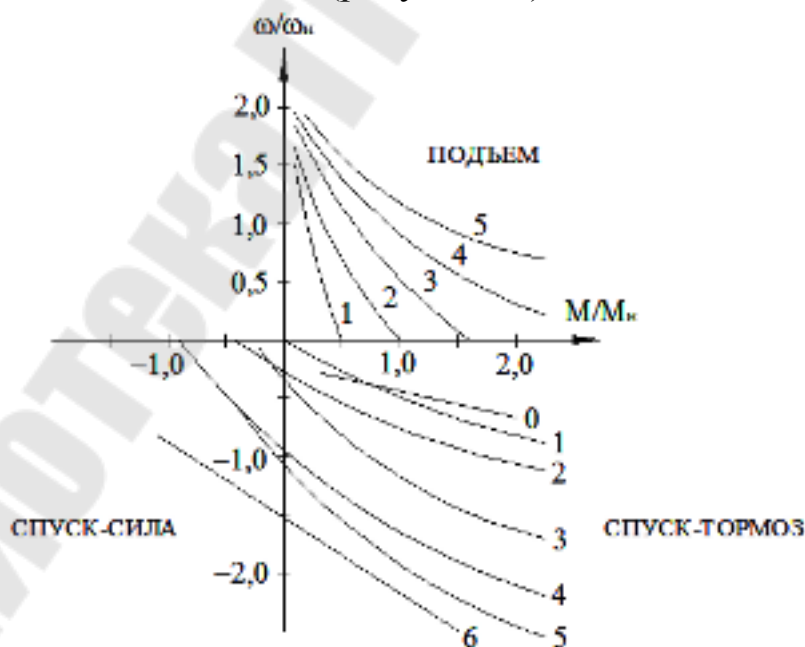


Рисунок 13 - Характеристики двигателя последовательного возбуждения

В нулевом положении контроллера двигатель включается по схеме динамического торможения с самовозбуждением. После режима подъема ток, протекающий под действием остаточной ЭДС, изменяет направление в обмотке якоря и в обмотке возбуждения. При этом происходит размагничивание машины и динамического торможения не возникает, т.к. при подъеме для быстрой остановки достаточно момента тормоза и момента вызванного силой тяжести груза. При переводе контроллера в нулевое положение после режима спуска ток изменяет свое направление только в обмотке якоря. Двигатель при этом самовозбуждается и переходит в режим динамического торможения, что соответствует характеристике 0 (рисунок 13).

Контрольные вопросы:

1 Вариант

1. Какой характер имеют моменты сопротивления механизмов подъема и передвижения?
2. Описать работу электропривода механизма подъема (рисунок 11).

2 Вариант

1. В каких режимах и на каких характеристиках работают электродвигатели крановых механизмов?
2. В чем заключается преимущество электропривода с контакторным управлением?

3 Вариант

1. Описать устройство и принцип действия магнитного контроллера.
2. В чем сущность процесса самовозбуждения двигателя постоянного тока последовательного возбуждения при динамическом торможении?

4 Вариант

1. Какие принципы автоматизации применяются для релейно-контакторных систем управления? С помощью какой аппаратуры осуществляется реализация принципов?
2. Объяснить качественное отличие характеристик электропривода механизма подъема в режимах подъема и спуска?

5 Вариант

1. Какая аппаратура применяется для повышения безопасности обслуживания кранами?
2. Дать общую характеристику электропривода механизма передвижения.

6 Вариант

1. Какие защитные функции выполняются оборудованием защитной панели?
2. Для каких механизмов и почему применяются симметричные и несимметричные схемы контроллерного управления?

7 Вариант

1. Для каких механизмов и почему применяются электроприводы с асинхронными двигателями?
2. Дать общую характеристику электропривода механизма подъема.

8 Вариант

1. Когда применяют электроприводы с двигателями постоянного тока и замкнутые системы электроприводов?
2. Объяснить после какого режима и почему для электропривода механизма подъема возникает процесс электрического торможения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Электропривод пассажирского лифта

Цель работы: изучить электрооборудование; аппаратуру управления, системы электроприводов, а также работу схемы управления лифтом.

Содержание работы

Лифтом называется грузоподъемное устройство, предназначенное для перемещения в вертикальном направлении людей или груза в кабине, движущейся по направляющим в огражденной со всех сторон шахте.

К электрооборудованию лифтов предъявляются высокие требования по обеспечению безопасности обслуживания и эксплуатации, производительности и точности остановки, а также по ограничению в допустимых пределах ускорений и рывков кабины.

Системы электроприводов

Выбор соответствующей системы электропривода лифта обусловлен его назначением и скоростью движения с учетом выполнения указанных требований. Так, для тихоходных (скорость до 0,5 м/с) грузовых и пассажирских лифтов применяются наиболее простое и надежные АД с к.з. ротором. Двигатели с фазным ротором применяются в основном для грузовых лифтов при ограниченной мощности сети или при большой частоте включений.

Для тихоходных и быстроходных (скорость до 1 м/с) лифтов с повышенной точностью остановки применяют двухскоростные АД, с соотношением чисел пар полюсов 1:4 и 1:6.

При скорости движения кабины 1,5 м/с и выше применяются системы электропривода на постоянном токе: Г-Д, Г-Д с различными типами возбуждений, ТП-Д. Система с тиристорным преобразователем благодаря своей малой инерционности позволяет сформировать оптимальную диаграмму движения и уменьшить габариты и установленную мощность. В некоторых случаях для повышения КПД установки, применяются асинхронные-вентильные каскады.

Аппаратура управления лифтами

Независимо от скорости движения лифтов и типа управления необходимыми аппаратами и устройствами являются:

- кнопка с самовозвратом, залипающие или западающие и служащие для вызова или подачи приказа из кабины;
- позиционно-согласующие устройства (ПСУ), в которые входят этажные переключатели или датчики селекции, датчики точной остановки, и которые служат для выбора направления движения кабины, регистрации ее места нахождения и контроля состояния электрических цепей;
- датчики состояния и блокировки подъемных канатов, дверей шахты и кабины;
- конечные выключатели защитных устройств (регулятора скорости, ловителя), пола кабины;
- указатели направления движения, и т.д.

Наиболее специфичной аппаратурой является ПСУ. Конструктивно они могут быть выполнены в виде набора трехпозиционных электроконтакторных переключателей, индуктивных или магнитных (герконовых) датчиков, размещаемых в шахтах с выводом на релейный или бесконтактный селектор в машинном отделении.

Электропривод быстроходного лифта

В качестве примера рассмотрим схему электропривода одиночного лифта без попутных остановок, приведенную на рисунке 14.

Исполнительным двигателем является асинхронный двухскоростной короткозамкнутый двигатель M с включением на малую или большую частоту вращения с помощью контакторов KM и KB . Направление вращения определяется контакторами KB и KN . При переходе на малую скорость перед остановкой двигатель работает в генераторном режиме с введенным в одну фазу резистором R . Выдержка времени при работе с сопротивлением задается реле времени PM . Торможение кабины обеспечивается электромагнитным тормозом $ЭТ$. В качестве этажных переключателей, контролирующих положение кабины для выбора напряжения движения кабины и подачи команды на снижение скорости перед остановкой, используются бесконтактные индуктивные датчики $ДТС$. Для точной

остановки применяются такие же по конструкции датчики ДТОВ и ДТОН, устанавливаемые на стенке кабины.

Рассмотрим работу схемы при движении кабины по приказу с 1 этажа на 3-й. Контакты автомата А, разъединителя Р, конечных выключателей ВКВ и ВКН, ограничивающих ход кабины вверх и вниз в аварийных режимах, замкнуты. При нахождении кабины на 1 этаже реле 1РИС отключено, а 2РИС...4РИС - включены. При нажатии кнопки приказа "3-й этаж" (3КнП) образуется следующая электрическая цепь: фаза сети – полюс Р – предохранитель ПР – ВКН – кнопка "Стоп" в машинном отделении 1КнС – блокировки дверей шахты 1ВКДШ...4ВКДШ - контакты натяжения каната ВКК – конечный выключатель ловителя ВКЛ – контакты дверей кабины ВКД – кнопка "Стоп" в кабине 2КнС – размыкающий блок-контакт КН – катушка реле РУВ – замыкающие контакты 4РИС и 3РИС – катушка этажного реле 3ЭР-3КнП – размыкающие блок-контакты контакторов КУ, КВ, КН – ВКВ – ПР – Р – фаза сети.

После срабатывания РУВ и 3ЭР включаются контакторы КВ и КБ (по цепи: катушка КБ – блок-контакт КМ – выключатель большой частоты вращения ВКС – контакты реле 3РИС и 3ЭР). При замыкании контактов КВ и КБ двигатель подключается к сети, включаются контактор КТ, растормажи-вающий канатоведущий шкив, и контактор отводки КО, включающий электромагнит отводки МО, и подготавливающий к включению цепь катушки контактора малой частоты вращения КМ. Отводка втягивается, освобождая рычаг замка, и кабина начинает движение.

При подходе кабины к 3 этажу ферромагнитный шунт замыкает катушку датчика ДТСЗ, ее сопротивление увеличивается и реле 3РИС отпадает, отключая реле 3ЭР и РУВ. При этом контактор КБ отключается и замыкающим блок-контактом включает КМ. Двигатель тормозится до малой частоты вращения, работая в генераторном режиме с введенные в одну фазу статора резистором.

Когда на малой скорости пол кабины уравнивается с этажной площадкой, магнитный шунт замыкает магнитную цепь датчика точной остановки при движении вверх ДТОВ, реле РИТОВ отпадает. отключается КВ, затем КО, КТ и КМ.

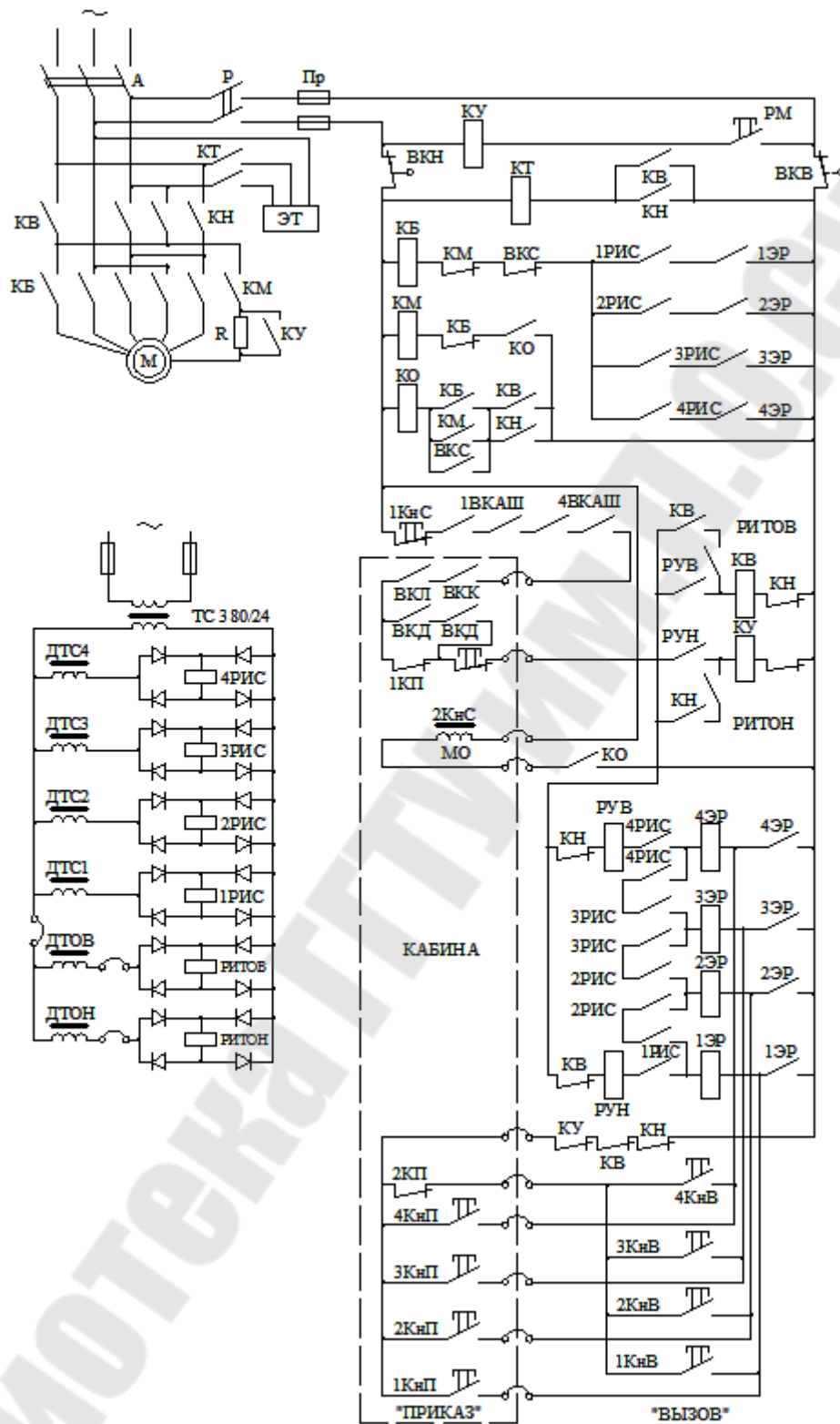


Рисунок 14 - Схема электропривода одиночного лифта без попутных остановок

Контрольные вопросы:

1 Вариант

1. Какие требования предъявляются к электрооборудованию лифтов?
2. Какие коммутации происходят в схеме при вызове кабины?

2 Вариант

1. Как подразделяются лифты по скорости движения кабины?
2. Какие коммутации происходят в схеме при нажатии кнопки приказа?

3 Вариант

1. Какие системы электроприводов применяются для скоростных и высоко-скоростных лифтов?
2. Каким образом происходит переход с большой частота вращения на малую? (Пояснить с помощью механических характеристик).

4 Вариант

1. Какие аппараты применяются для обеспечения безопасности эксплуатации лифтов?
2. Каким образом осуществляется выбор направления кабины?

5 Вариант

1. В чем заключается назначение позиционно-согласующих устройств? Их конструктивное выполнение.
2. Каким образом осуществляется точная остановка лифта?

6 Вариант

1. Какие системы электроприводов применяются тихоходных и быстроходных лифтов?
2. Какими аппаратами производится подача команды на снижение скорости кабины?

7 Вариант

1. Как устроены и как работают бесконтактные этажные переключатели?
2. Каким образом осуществляется блокировка от воздействия на схему кнопок вызова и приказа при движении кабины?

8 Вариант

1. Какие обратные связи применяются в замкнутых электроприводах лифтов? 2. В чем заключается назначение резистора R и реле РМ?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Электропривод кривошипных прессов

Цель работы: изучить особенности работы прессов, электрооборудования, схемы и работу электроприводов.

Содержание работы

Кузнечно-прессовые машины работают с резким периодическим изменением нагрузки.

Упрощенная нагрузочная диаграмма кривошипного пресса приведена на рисунке 15 в виде зависимости статического момента M_c от угла поворота кривошипного вала α или времени t . На рисунке: M_c – моменты сопротивления на холостом ходу и во время рабочей операции; α_1 , t_p – угол поворота или время рабочей операции, α_0 , t_0 – угол поворота или время холостого хода; $t_{ц}$ – время цикла. Обычно, соотношение моментов и углов имеет следующие значения:

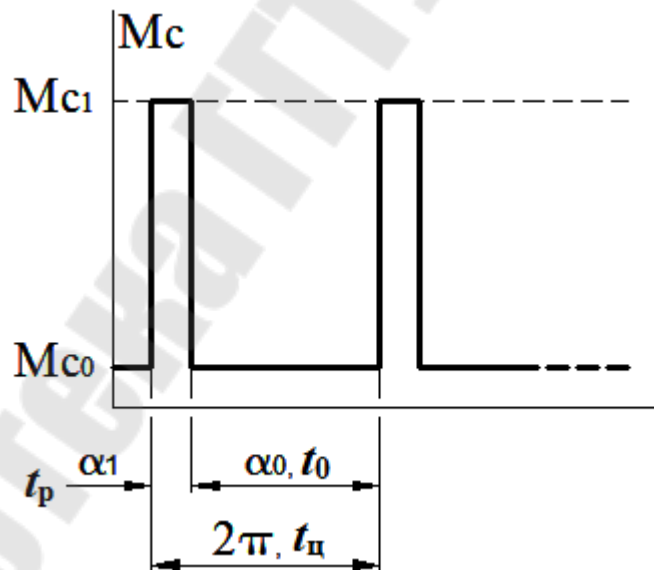


Рисунок 15 - Упрощенная нагрузочная диаграмма кривошипного пресса

Подобная нагрузка уменьшает динамическую устойчивость электроприводов и ухудшает работу электрической сети.

Работа электропривода с заданной нагрузочной диаграммой позволяет обеспечить требуемую производительность рабочей машины при высоком качестве продукции. К электрооборудованию прессов предъявляются также высокие требования по безопасности и надежности в эксплуатации. Кроме обычных мер, как защита токоведущих частей от случайных прикосновений, укладка проводов в газовые трубы и гибкие металлорукова, установка аппаратов управления в отдельных шкафах и т.д., обеспечивающих безопасность в эксплуатации, на прессах применяют ряд дополнительных, это – снабжение замком переключателя режимов работы машины, двурукое управление, установка защитных решеток или устройств фотоэлектрической защиты, отключающих рабочую машину при попадании рук в рабочую зону.

Системы электроприводов

В качестве главного двигателя, применяемого для привода кривошипного пресса обычно используют асинхронный электродвигатель АД. Для облегчения его работы с разнопеременной нагрузкой и снижения мощности устанавливают маховик, который во время рабочей операции покрывает часть нагрузки за счет накопленной кинетической энергии.

При средних мощностях (до 75 кВт) применяют АД с короткозамкнутым ротором. С целью увеличения отдачи накопленной маховиком энергии при числе ходов ползуна менее 50 в минуту используют двигатели с повышенным скольжением.

При большом числе ходов или при мощности до 200 кВт, устанавливают АД с фазным ротором. Для смягчения его механической характеристики в обмотку ротора вводят активное сопротивление или постоянно, или только в момент рабочей операции с помощью регулятора скольжения, который контролируя ток, потребляемый двигателем от сети изменяет сопротивление в функции нагрузки.

При больших мощностях нередко применяют синхронный двигатель СД с малой частотой вращения для состыковки с рабочей машиной без редуктора. Использование синхронной машины обусловлено ее меньшей стоимостью и улучшенными

энергетическими показателями по сравнению с АД с фазным ротором с учетом редуктора. Обладая абсолютно жесткой механической характеристикой, СД исключает применение маховика и резко ухудшает работу электрической сети передавая толчки нагрузки в сеть в виде резких бросков тока.

Когда пресс входит в автоматическую линию или заготовки могут быть из различного материала, то необходимо регулирование частоты вращения двигателя. В этом случае используют регулируемые электроприводы на постоянном токе: ПМУ, ТП-Д.

Аппараты управления

К основным аппаратам, применяемым в схемах управления кривошипными прессами относятся:

- кнопки управления, универсальные переключатели и универсальные пакетные ключи, электроконтактные педали;
- путевые переключатели и микропереключатели, осуществляющие различные блокировки;
- электромагнитные реле (промежуточные, тока, напряжения, времени);
- магнитные пускатели и электромагнитные контакторы;
- электромагниты постоянного и переменного тока, служащие для управления пневмо- и гидрорелепереключателями;
- контактные и бесконтактные командоаппараты, предназначенные для контроля за положением и направлением движения ползуна.

Устройство контактного кулачкового командоаппарата показано на рисунке 16. Вал командоаппарата связан с кривошипным валом, а его контакты управляются кулачковыми шайбами. Причем профиль кулачков выбран таким образом, что замыкающий контакт КА1 замыкается в нижней мертвой точке ползуна и размыкается вблизи верхней мертвой точки. Размыкающий контакт КА2 размыкается на короткое время вблизи верхней мертвой точки ползуна.

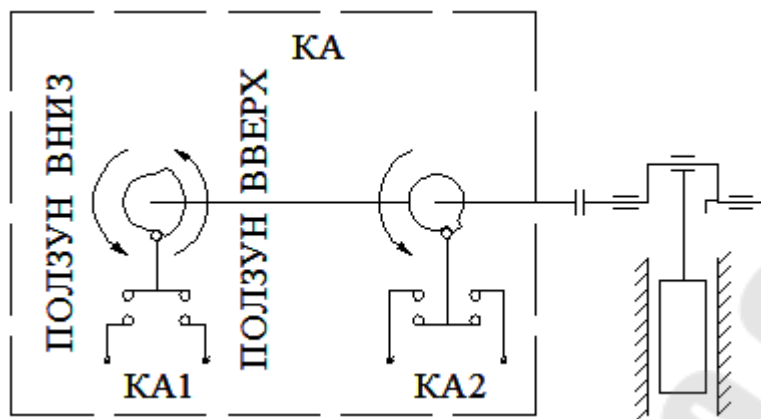


Рисунок 16 - Устройство контактного кулачкового командоаппарата

Схема кривошипного пресса

Рассмотрим схему кривошипного пресса, приведенную на рисунке 17, предусматривающую четыре режима работы.

Электродвигатель М, включаемый контактором К, вращается постоянно и через механическую передачу приводит во вращение ведущую часть фрикционной муфты, которая управляется электромагнитом ЭМ, воздействующим на переключатели пневмосистемы. Двигатель работает от сети с напряжением 380 В, катушки контактора К и электромагнита запитываются от вторичной обмотки трансформатора Тр напряжением 127 В, схема управления и лампа местного освещения ЛО - 36 В, сигнальные лампы 1ЛС, 2ЛС – 6 В. Создавая гальваническую развязку между сетью и цепями управления, трансформатор исключает появление паразитных цепей в аварийных режимах, приводящих к самопроизвольному включению пресса.

С помощью переключателя ПР, диаграмма работы которого приведена на рисунке 18, обеспечиваются четыре режима работы:

- 1) автоматическая работа на непрерывных ходах;
- 2) одиночные ходы при двуручном управлении;
- 3) одиночные ходы с управлением от электроконтактной педали;
- 4) наладочный или толчковый режим.

Как видно из диаграммы на рисунке 18 в наладочном режиме замкнуты контакты ПР1 и включение электромагнита ЭМ и, соответственно, фрикционной муфты производится при нажатии кнопки КнПм и включения реле РЭ.

При автоматической работе, когда замкнуты ПР2 и ПР3 включение муфты осуществляется также нажатием КнПм при замкнутом контакте ВЗР, когда опущена защитная решетка, ограждающая рабочую зону.

В режиме одиночных ходов, когда замкнуты ПР2 и ПР4, после включения контактора К, через ПР4 и размыкающие контакты электро-контактной педали ВПЭ и кнопок двуручного управления 1Кн и 2Кн запитывается катушка блокировочного реле РБ, которое при включении через контакты КА2 берет себя на самопитание.

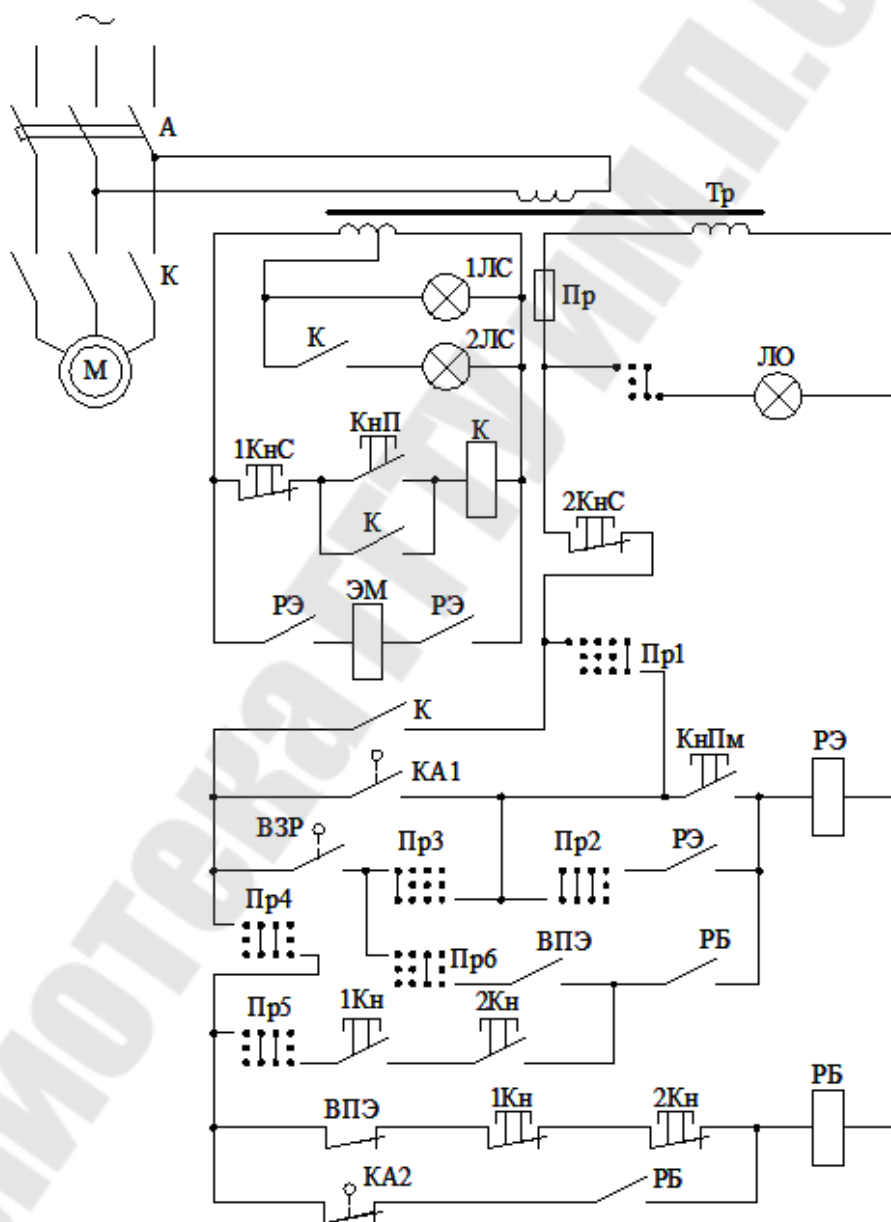


Рисунок 17 - Схема кривошипного пресса

Контакты режима	Автоматическая работа	Одиночные ходы при управлении от		Наладочный режим
		кнопок	педали	
ПР1	-	-	-	X
ПР2	X	X	X	-
ПР3	X	-	-	-
ПР4	-	X	X	-
ПР5	-	X	-	-
ПР6	-	-	X	-

Рисунок 18 - Диаграмма работы переключателя ПР

При двуруком управлении (замкнут ПР5), нажимая кнопки 1Кн и 2Кн через ПР5 и замкнувшийся контакт Р5 запитывается катушка реле РЭ, которое включает электромагнит ЭМ пневмопереключателя. Фрикционная муфта включается и кривошипный вал начинает поворачиваться. В нижней мертвой точке замыкается контакт КА1 и через ПР3 реле РЭ берет себя на самопитание. Кнопки можно отпустить, т.к. ползун поднимается и для рук безопасен. Вблизи верхней мертвой точки контакты КА1 и КА2 размыкаются и ползун останавливается. Если кнопки все время держать нажатыми, то размыкающие контакты 1Кн и 2Кн будут открыты. Вблизи верхней мертвой точки контакты КА2 размыкаются а реле РЭ отпадает, отключая своими размыкающим контактами РЭ и ползун останавливается. Чтобы получить новый ход пресса нужно отпустить кнопки и затем нажать их снова. Так предотвращают повторный ход ползуна (сдваивание ходов).

При управлении от электроконтактной педали, размыкание контактов ПР5 и замыкание ПР6 вводит в цепь катушки РЭ и контакты педали ВПЭ вместо 1Кн и 2Кн. Включение пресса и движение ползуна вниз происходит при опущенной решетке и замкнутых контактах ВЗР. В остальном работа схемы аналогична работе в режиме двурукого управления.

Контрольные вопросы:

1 Вариант

1. Какие требования предъявляются к электроприводу и электрооборудованию кривошипных прессов?

2. Описать работу схемы кривошипного пресса в режиме одиночных ходов при управлении от электроконтактной педали.

2 Вариант

1. Какие аппараты управления применяются в прессах?
2. Дать общую характеристику схемы кривошипного пресса?

3 Вариант

1. При каких условиях применяют электроприводы с асинхронными двигателями?
2. Описать работу схемы кривошипного пресса в режиме непрерывных ходов.

4 Вариант

1. При каких условиях применяют электроприводы с синхронными двигателями?
2. Описать работу схемы кривошипного пресса в режиме одиночных ходов при двуруком управлении.

5 Вариант

1. В чем заключаются особенности применения СД для привода прессов?
2. Какие режимы работы пресса обеспечиваются схемой управления?

6 Вариант

1. Какими мерами обеспечивается безопасность обслуживания прессов?
2. О чем сигнализируют лампы 1ЛС и 2ЛС?

7 Вариант

1. В чем заключается назначение и принцип действия кулачкового командоаппарата?
2. В каком режиме допускается включение фрикционной муфты без включения электродвигателя?

8 Вариант

1. Как выглядят нагрузочные диаграммы вращающего момента АД и СД при их использовании в приводе прессов?
2. В чем заключается назначение контактов КА2 в схеме кривошипного пресса?

Лабораторная работа №5

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПУСКА, ТОРМОЖЕНИЯ И РЕВЕРСА ДПТ В ФУНКЦИИ ЭДС

Цель работы: изучение релейно-контакторной схемы управления пуском, торможением и реверсом ДПТ параллельного возбуждения в функции ЭДС.

Основные теоретические положения

В релейно-контакторных схемах управления электроприводами постоянного тока в функции скорости используются реле напряжения, катушки которых подключают параллельно якорю двигателя. По мере разгона ЭДС якоря возрастает в соответствии с выражением $E = c\omega\Phi$, реле напряжения последовательно срабатывают при определенных напряжениях и подают сигналы на включение силовых аппаратов.

Описание работы релейно-контакторной схемы

Включаем автоматы QF1 и QF2. По обмотке возбуждения LM начинает протекать ток и срабатывает токовое реле КА. Его контакт КА в цепи управления замыкается.

Пуск. При нажатии кнопки SB2 напряжение подается на катушку KM1 по цепи: QF2 – КА – SB1 – SB2 – KM4.2 – катушка KM1 – QF2. Контактор KM1 срабатывает, при этом:

- замыкается KM1.1 (шунтируется кнопка SB2);
- размыкается KM1.2 (предотвращает одновременное срабатывание контакторов KM1 и KM4);
- замыкаются силовые контакты KM1.3, KM1.4 (напряжение подается на якорь электродвигателя).

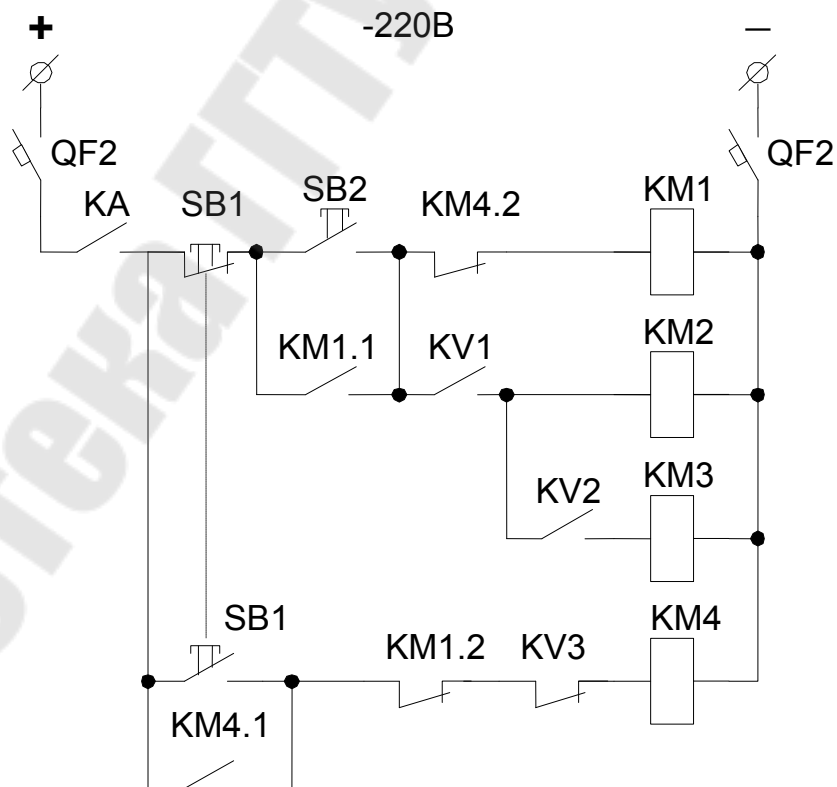
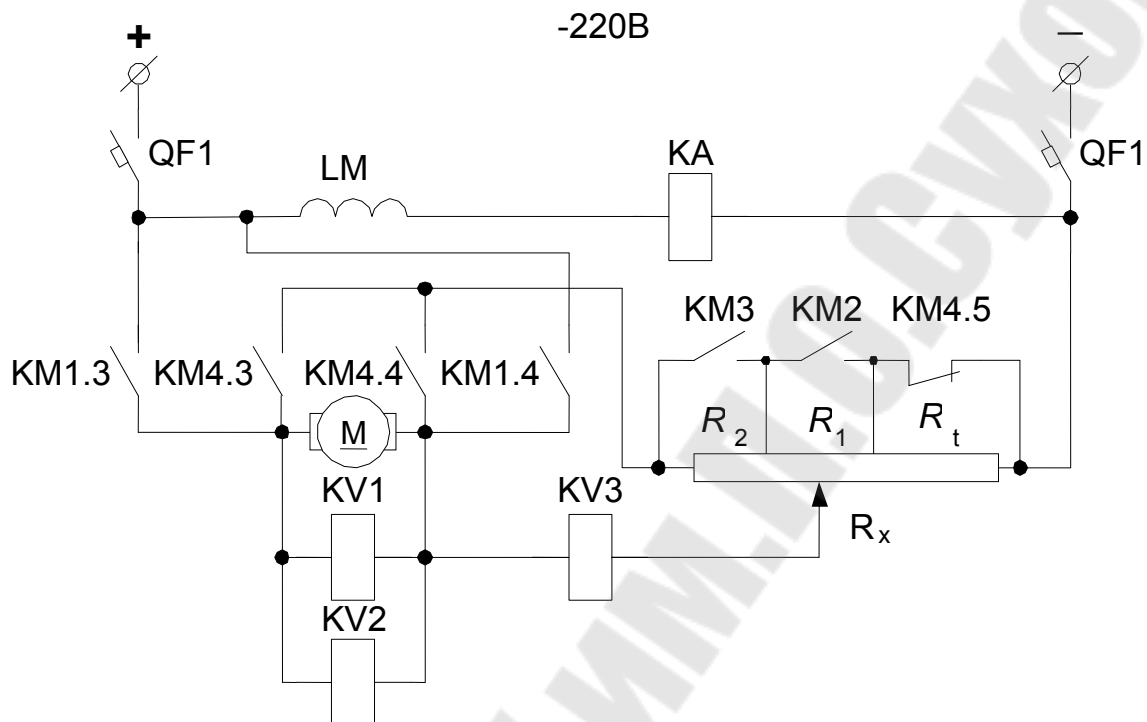


Рисунок 19. Исследуемая схема

Двигатель начинает разгоняться по первой искусственной характеристике с номинальным магнитным потоком и пусковым сопротивлением в цепи якоря (R_1+R_2). При достижении некоторой скорости (по пусковой диаграмме) ЭДС якоря увеличится настолько, что сработает реле напряжения KV1. Контакт KV1 в цепи управления замыкается и напряжение подается на катушку контактора KM2. Замыкается контакт KM2 и шунтирует первую ступень пускового реостата R_1 . Двигатель продолжает разгоняться по второй искусственной характеристике. При достижении некоторой скорости срабатывает реле напряжения KV2. Контакт KV2 в цепи управления замыкается, напряжение подается на катушку KM3 и шунтирует вторую ступень пускового реостата R_2 . Все сопротивления в цепи якоря замкнуты и двигатель разгоняется по естественной характеристике.

Торможение. Нажимаем кнопку SB1 при работающем двигателе. Обесточивается катушка контактора KM1 и все его контакты переключаются. Якорь двигателя отключается от сети. Подается напряжение на катушку контактора KM4 и его якорь притягивается, при этом:

- замыкается контакт KM4.1 (шунтируется кнопка SB1);
- размыкается контакт KM4.2 (предотвращает одновременное срабатывание контакторов KM1 и KM4);
- размыкается контакт KM4.5 (в цепь якоря включается тормозное сопротивление R_T);
- замыкаются силовые контакты KM4.3, KM4.4 (на якорь двигателя подается напряжение другой полярности).

Начинается процесс торможения противовключением с полным сопротивлением ($R_1+R_2+R_T$) в цепи якоря. По мере снижения скорости ЭДС якоря уменьшается и растет напряжение на катушке реле напряжения KV3. При уменьшении скорости двигателя до нуля срабатывает реле KV3. Размыкается его контакт KV3, катушка контактора KM4 отключается и якорь двигателя отключается от сети.

Защита силовой цепи от КЗ и перегрузок осуществляется автоматом QF1. Защиту от обрыва цепи возбуждения выполняет токовое реле КА. От КЗ цепь управления защищает автомат QF2.

Порядок выполнения работы

1. Изучить принцип пуска, торможения ДПТ параллельного возбуждения в функции ЭДС.
2. Изучить принцип торможения противовключением ДПТ.
3. Изучить последовательность работы аппаратов и устройств при пуске, торможении и реверсе ДПТ (по рис.18).
4. Осуществить пуск, торможение и реверс электродвигателя.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Естественная механическая характеристика ДПТ, пусковые и тормозная характеристики (строятся в одних осях).
3. Расчет пусковых и тормозного сопротивлений.
4. Таблица последовательности работы аппаратов и устройств.
5. Релейно-контакторная схема управления ДПТ параллельного возбуждения в функции ЭДС.
6. Выводы по результатам исследований.

Контрольные вопросы

1. Какие защиты и блокировки предусмотрены в релейно-контакторной схеме?
2. Как осуществляется расчет пусковых и тормозных сопротивлений?
3. Как осуществляется пуск ДПТ в функции ЭДС?
4. Как осуществляется торможение ДПТ?
5. Пояснить какие расцепители имеют автоматы QF1, QF2?
6. Назначение токового реле КА.
7. Как производится расчет напряжений срабатывания реле КИ1, КИ2 и КИ3?
8. Как изменится работа релейно-контакторной схемы при отсутствии контактов КМ1.1, КМ4.1?
9. Как выбирается уставка токового реле КА?

Лабораторная работа № 6

ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ СБОРКИ РЕЛЕЙНО-КОНТАКТОРНЫХ СХЕМ НА МАКЕТЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗЦИИ ПУСКА И ТОРМОЖЕНИЯ АД

Цель работы: изучение релейно-контакторной схемы пуска, торможения и реверса электродвигателя, получение практических навыков по сборке и наладке релейно-контакторных схем управления электродвигателями.

Порядок выполнения работы

1. Изучить принцип работы, последовательность срабатывания аппаратов одной из предложенных преподавателем релейно-контакторной схемы (рис. 19-22).
2. Выбрать необходимые аппараты из предложенных на макете.
3. Изучить принцип действия и ознакомиться с конструкцией выбранных аппаратов.
4. С помощью проводов соединить электрические аппараты защиты и управления по предложенной релейно-контакторной схеме.
5. Произвести пробный пуск.

Содержание отчёта

1. Цель работы.
2. Релейно-контакторная схема управления электродвигателем.
3. Принципиальное устройство и работа одного из аппаратов защиты.

Контрольные вопросы

1. Какие защиты и блокировки представлены в релейно-контакторной схеме?
2. Принципиальная работа релейно-контакторной схемы.
3. Как выбираются аппараты защиты?
4. По каким параметрам выбираются аппараты цепей управления?
5. Принципиальное устройство и работа аппаратов защиты и цепей управления.

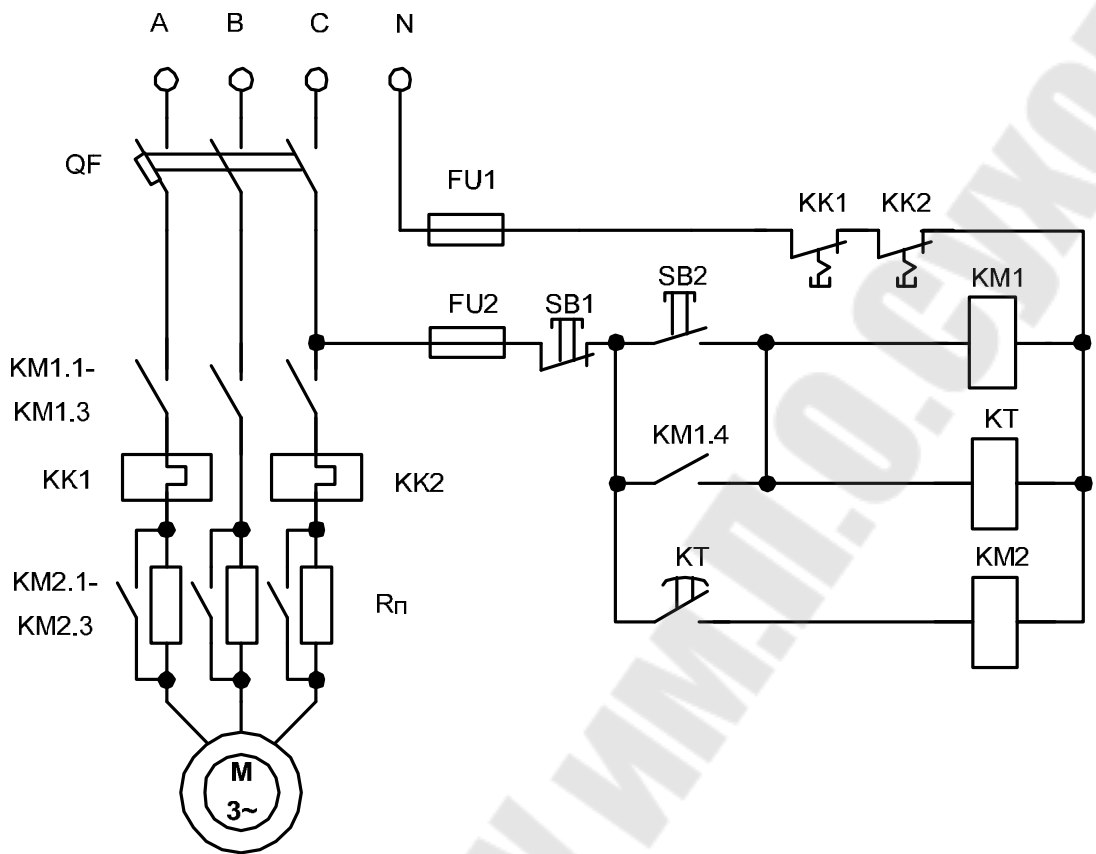


Рисунок 20. Пуск АД в функции времени

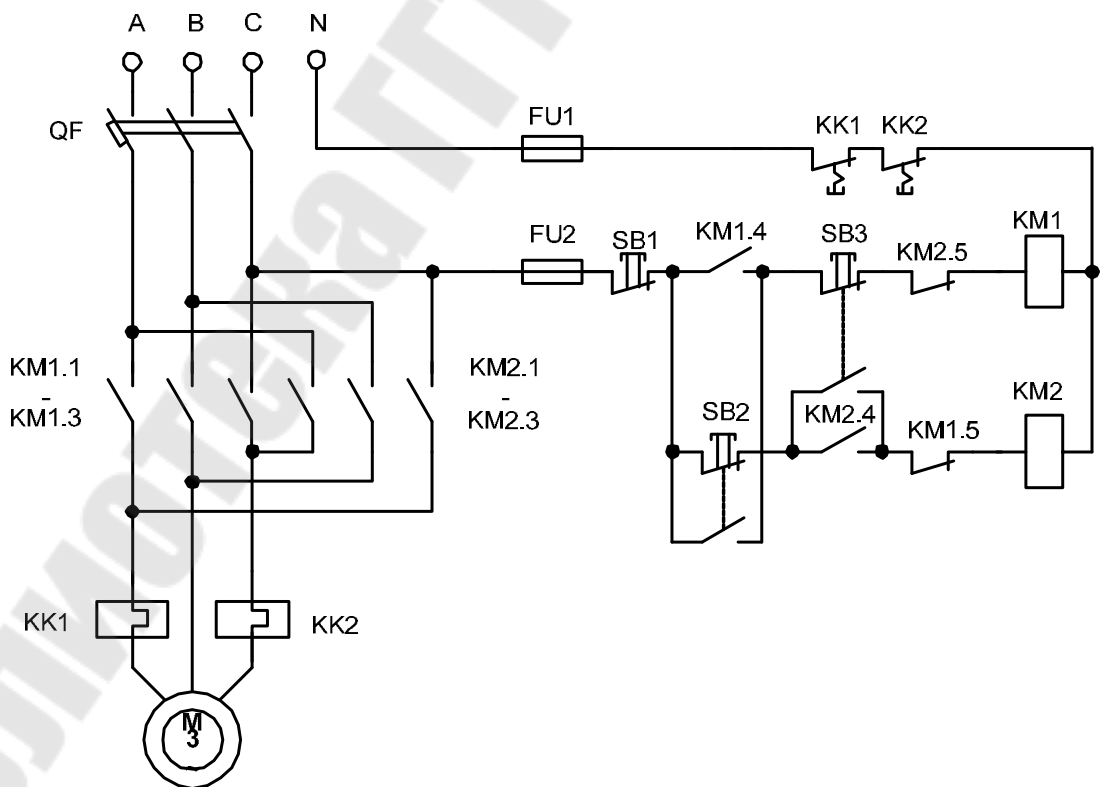


Рисунок 21. Реверсирование АД

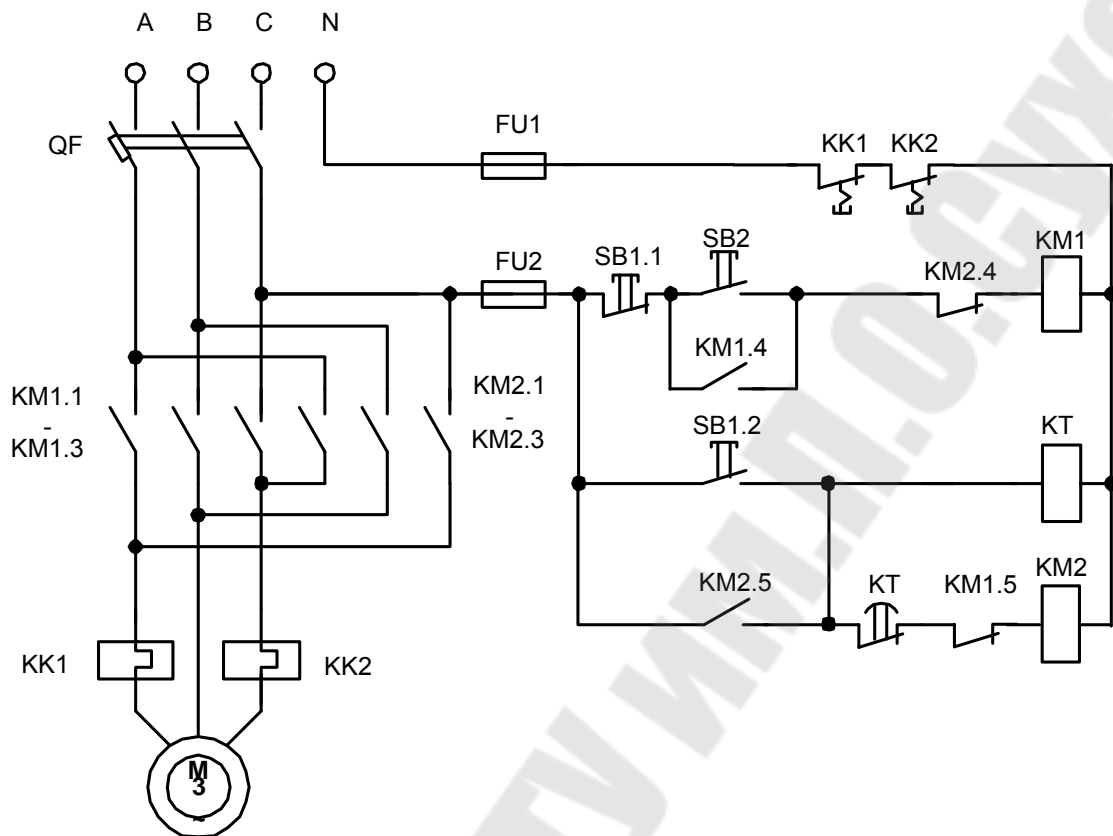


Рисунок 22. Торможение противовключением АД в функции времени

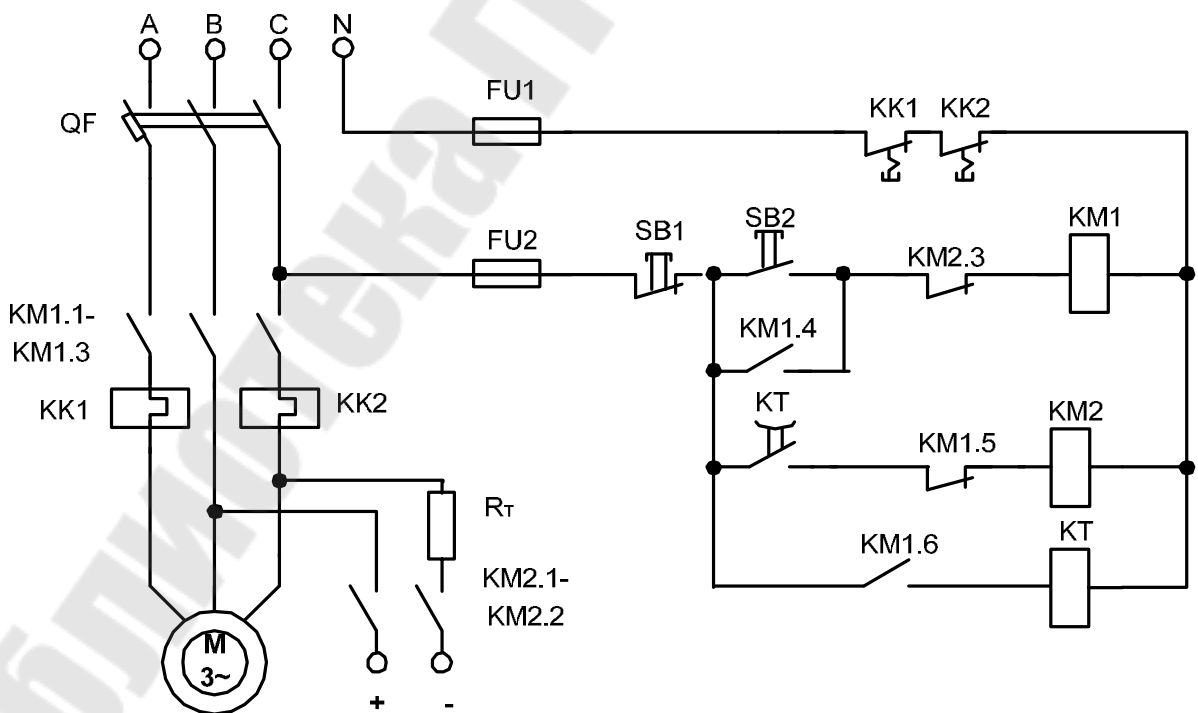


Рисунок 23. Динамическое торможение АД в функции времени

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов М.М. Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов. – Москва : Энергия, 1976.
2. Капунцов, Ю. А., Елисеев, В. А., Ильяшенко, Л. А. Электрооборудование и электропривод промышленных установок. – Москва : В.Ш., 1979г.
3. Дранников В.Г., Звягин И.Е. Автоматизированной электропривод подъемно-транспортных машин. – Москва : В.Ш., 1973.
4. Чунихин А. А. Электрические аппараты. – Москва : Энергоиздат, 1998.
5. Кузнецов Б. В., Сацункевич М.Ф. Асинхронные электродвигатели и аппараты управления. – Минск : Беларусь, 1982.
6. Сацункевич М.Ф. электрические аппараты управления и защиты. – Мн.: Беларусь, 1984.
7. Электротехнический справочник/ Под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Энергоиздат, 1982. – Т. 3. – Кн.2.
8. Васин В. М. Электрический привод – Москва : Высш. шк., 1984.
9. Справочник по наладке электроустановок / Под ред. А. С. Дорофеюка. – Москва : Энергия, 1976.
10. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод. – Москва : Энегроатомиздат, 1988.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1. Комплектный тиристорный электропривод для механизмов подач металлорежущих станков	3
Лабораторная работа №2. Электропривод крановых механизмов	14
Лабораторная работа №3. Электропривод пассажирского лифта	24
Лабораторная работа №4. Электропривод кривошипных прессов	29
Лабораторная работа №5. Автоматизация пуска, торможения и реверса ДПТ в функции ЭДС	36
Лабораторная работа №6. Практические навыки сборки релейно-контакторных схем на макете для автоматизации пуска и торможения АД	40
Литература	43

**Логвин Владимир Васильевич
Веппер Леонид Владимирович
Поголяев Михаил Никифорович**

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД

**Лабораторный практикум
по одноименной дисциплине для студентов
специализаций 1-43 01 03 01 «Электроснабжение
промышленных предприятий», 1-43 01 03 05
«Электроснабжение предприятий агропромышленного
комплекса», специальности 1-43 01 07 «Техническая
эксплуатация энергооборудования организаций»
дневной формы обучения**

Подписано в печать 29.09.10.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,19.

Изд. № 26.

E-mail: ic@gstu.by

<http://www.gstu.by>

Отпечатано на цифровом дуплекаторе
с макета оригинала авторского для внутреннего использования.

Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого».

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.