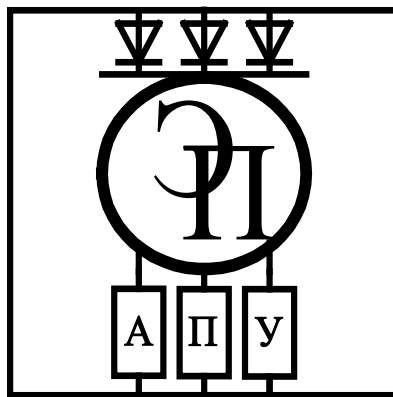


Министерство образования Республики Беларусь
Министерство образования и науки Российской Федерации

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра “Электропривод и АПУ”



**«АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ТИПОВЫХ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ МЕХАНИЗМОВ»**

Методические указания
к лабораторной работе №5

Изучение типовых панелей управления электроприводами крановых механизмов

Могилёв

1 Цель работы:

Изучение работы схемы магнитного контроллера типа ТС, ТСА для управления крановыми двигателями переменного тока и методов формирования механических характеристик асинхронного двигателя.

2 Порядок выполнения работы

2.1 Изучить схемы магнитных контроллеров типа ТС и ТСА.

2.2 Составить отчет по работе.

3 Краткие теоретические сведения

3.1 Магнитный контроллер типа ТС

Большинство выпускаемых в настоящее время крановых магнитных контроллеров представляют собой типовые панели автоматического управления крановыми электроприводами. Магнитный контроллер – это панель, состоящая из контакторов, контакты которых производят коммутацию силовых цепей двигателей; аппаратов защиты и командоконтроллера. Магнитные контроллеры применяются для кранов грузоподъемностью 10-20 т и выше, если не требуется глубокое и плавное регулирование.

Принципиальная схема магнитного контроллера ТС с асинхронным двигателем приведена на рисунке 1. В роторную цепь введено пускорегулировочное сопротивление, ступени которого выводятся контакторами ускорения КМ5, КМ6, КМ7, КМ8 и противовключения КМ3, КМ4. (Панель управления несимметрична относительно нулевого положения командоконтроллера). Ускорение и замедление электропривода, управляемого посредством магнитного контроллера типа ТС, контролируется оператором.

При подъеме груза в первом положении контроллера включается контактор направления КМ1, а также контакторы КМ3 и КМ9, вследствие чего шунтируется первая ступень сопротивления противовключения в цепи ротора и при помощи контактора КМ9 получает питание электромагнит тормоза YA1. Далее при передвижении рукоятки командоконтроллера последовательно включаются контакторы КМ4, КМ5, КМ6, КМ7, КМ8 и выводятся соответствующие ступени сопротивления в цепи ротора. Одна ступень сопротивления включена в цепь ротора постоянно, что дает возможность для заданного количества рабочих положений командоконтроллера снизить пики момента при ускорении и уменьшить потери, выделяющиеся в двигателе в переходных процессах.

Примерные механические характеристики двигателя при подъеме, груза приведены на рисунке 2.

При спуске грузов двигатель, управляемый магнитным контроллером типа ТС, может работать в режимах тормозного и силового спуска. Для получения малых скоростей опускания тяжелых грузов двигатель переводится в тормозной режим противовключения – тормозного спуска. Этому режиму соответствуют три первых положения команда – контроллера при спуске: С, 1 и 2. В режиме силового спуска

производится спускание легких грузов. Ему соответствует три положения командоконтроллера: 3, 4 и 5. Тяжелые грузы могут опускаться также со свехсинхронной скоростью. Эта операция выполняется чаще всего на характеристике 5.

В положении С рукоятки командоконтроллера включен контактор КМ1, в роторную цепь введены четыре ступени сопротивления ускорения, контактор КМ9 отключен. Таким образом, двигатель включен для работы на подъем, однако, он заторможен механическим тормозом. Опускание тяжелого груза, которому соответствует активный момент М2 (рисунок 2), можно произвести, установив рукоятку командоконтроллера в положение 2 (рисунок 1), когда двигатель работает в режиме противовключения со скоростью ω_2''' на характеристике 2. Выход на скорость ω_2''' можно осуществить плавно, переставляя рукоятку командоконтроллера с положения 1 на 2 и обратно.

Во втором положении тормозного спуска отключены контакторы КМ4, КМ3 роторную цепь двигателя вводятся полностью все ступени сопротивления. Это положение используется для спуска относительно легких грузов, развивающих активный момент на валу подъемной лебедки.

В третьем положении командоконтроллера при спуске груза отключается контактор КМ1 и включается контактор КМ2. В этом положении в роторную цепь введены все ступени ускорения, ступени противовключения выведены. Перевод рукоятки командоконтроллера в 4-е и 5-е положения сопровождается выводом из роторной цепи дополнительных сопротивлений. В положении 5 двигатель работает на жесткой механической характеристике с малым постоянно включенным сопротивлением в цепи ротора.

При силовом спуске груза, развивающего момент М1 в положениях командоконтроллера 3 и 4, скорость опускания груза соответственно будет равна ω_1 и ω_1' .

В целях предотвращения увеличения скорости при переходе рукоятки командоконтроллера от положения 5 к 0 контактор КМ8 остается включенным через замыкающий контакт КМ2. Благодаря этому двигатель на всех трех положениях силового спуска работает на жесткой характеристике 5. Кроме того, в схеме предусмотрена блокировка посредством размыкающего контакта КМ8, предотвращая включение контактора КМ1 до отключения контактора КМ8 при переходе от силового спуска на тормозной.

3.2 Магнитный контроллер типа ТСА

Достаточное представление о крановых электроприводах можно получить, рассмотрев схему магнитного контроллера типа ТСА с защитной панелью для механизмов подъема, как наиболее типовую, позволяющую пояснить особенности работы этих систем электропривода. Схема электрическая принципиальная электропривода механизма подъема крана с панелью управления ТСА показана на рисунках 3, 4.

Характерные особенности схемы управления: несимметричная относительно нулевого положения диаграмма замыкания контактов командоконтроллера, обеспечивающая при подъеме и спуске грузов различные механические характеристики электропривода; использование режима однофазного включения двигателя для улучшения условий регулирования скорости при спуске, отсутствие на панели аппаратов защиты и блокировок безопасности.

Необходимые защиты и блокировки осуществляются, с помощью защитной панели типа ПЗКБ. Нулевой контакт К1 командоконтроллера SA1 используется в схеме защитной панели для нулевой блокировки, контакты К2 и К8 обеспечивают избирательное, действие конечных выключателей SQ1 и SQ2; ограничивающих ход механизма. Конечная защита непосредственно снимает напряжение с цепей управления данного магнитного контроллера. При недопустимом подъеме грузозахватывающего устройства контакт конечного выключателя SQ1 размыкается и отключает все цепи управления двигателем подъема. Вновь напряжение может быть подано только при установке командоконтроллера в положение 4 (спуск). В этом положении контакт К8 шунтирует разомкнутый контакт выключателя SQ1. Ограничение движения в направлении спуск не является обязательным и контакт SQ2 может отсутствовать. При этом контакт К2 замыкается перемычкой.

В положении 0 командоконтроллера SA1 получает питание диодный мост VD1 – VD4 и реле КТ2 включено, так как его катушка через размыкающий контакт КМ8 обтекается током. Остальные аппараты схемы при этом отключены. В положении 1 (Подъем) командоконтроллера SA1 включаются контакторы КМ2, КМ3, КМ5 на статор двигателя подается напряжение и одновременно включением электромагнита тормоза освобождается тормозной шкив. При включении контактор КМ5 замыкающим вспомогательным контактом через замкнувшийся контакт КМ3 включает реле КТ1. Одновременно с включением КМ2 включается контактор КМ1, который главными контактами замыкает первую ступень реостата в роторной цепи двигателя. Двигатель работает с одной выведенной регулировочной ступенью реостата и имеет механическую характеристику 1П (см. рисунок 5). При перестановке командоконтроллера SA1 в положения 2, 3, 4 (подъем) последовательно срабатывают контакторы КМ7 – КМ10, добавочное сопротивление в цепи ротора уменьшается. Двигатель в этих положениях имеет регулировочные характеристики 2П, 3П, 4П. При работе на основной характеристике 4П в цепи ротора остается включенным небольшое сопротивление для обеспечения пуска с заданными бросками тока при имеющимся числе роторных контактов. Установка командоконтроллера, из положения 0 в положение 1 и затем 2 (Спуск) не вызывает срабатывания каких-либо аппаратов. Привод остается отключенным и заторможенным. В этом проявляется основное назначение реле КТ1. Оно разрешает включение двигателя при спуске только в положении 3 командоконтроллера. В положении 3 (спуск) замыкается контакт К7, получает питание контактор однофазного включения КМ6 и включает своим вспомогательным контактом реле КТ1. После этого КТ1 остается включенным в любом другом положении командоконтроллера па "Спуск". Реле КТ1 включает контактор КМ5, электромагнит тормоза YA1 подключается к сети, колодки тормоза освобождают тормозной шкив.

Контактор КМ6 своими контактами включает двигатель по схеме однофазного питания статора. В положении командоконтроллера 3(спуск) замкнуты контакты контактора КМ7 в роторной цепи, однако остающиеся ступени имеют значительное сопротивление.

При однофазном включении с большим добавочным сопротивлением в роторе двигатель может работать только в тормозном режиме с характеристикой, подобной характеристике динамического торможения. В положении 3(спуск) двига-

тель имеет механическую характеристику 3С (см. рисунок 5).

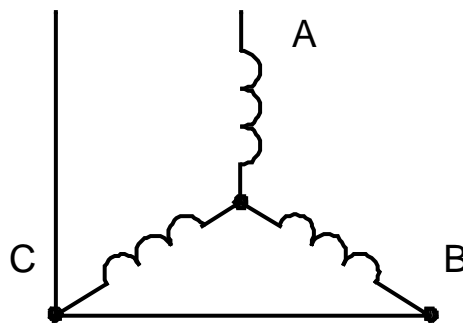


Рисунок 1 – Схема однофазного включения двигателя

При переводе рукоятки командоконтроллера из положения 3 (спуск) в положение 2 (спуск) контактор КМ6 отключается, а катушка, контактора КМ2 получает питание, через контакты КТ1, КМ7, КМ8, КМ4. Контакт КМ3 включается, и статор двигателя подключается к сети в направлении "подъем". Так как контактор КМ7 отключается и контактор КМ1 отключен, в роторную цепь вводится все добавочное сопротивление. Имеет место тормозной спуск средних грузов в режиме противовключения. Механическая характеристика – 2С (см. рис. 5). Перевод рукоятки командоконтроллера в положение 1.(спуск): вызывает срабатывание контактора КМ1. Сопротивление роторной цепи уменьшается, что обеспечивает получение характеристики 1С (см. рисунок 5), необходимой для тормозного спуска тяжелых грузов.

Если рукоятку командоконтроллера перевести в положение 4 (спуск), включаются контактор КМ4 и подключает статор двигателя к сети в направлении "Спуск". Так как контакторы КМ7-КМ10 срабатывают, в роторе остается лишь небольшая постоянно включенная ступень сопротивления, и двигатель работает с основной характеристикой 4С (см. рисунок 5), обеспечивающей силовой спуск крюка и сверхсинхронный спуск грузов.

При спуске грузов реле КТ1 смещает исходное рабочее положение схемы из нулевого положения командоконтроллера в положение 3. Поясним эту блокировку (см. рисунок 5). Моменты статической нагрузки $M'_{ст1}$ и $M''_{ст1}$ соответствуют подъему и спуску одного и того же небольшого груза. При таком грузе при характеристике 2С вместо спуска груза будет происходить его подъем со скоростью $w''_{ст}$, а в положении 1С с большей скоростью $w'_{ст}$. Только в положении 3, где двигатель работает в тормозном режиме, происходит спуск груза с небольшой скоростью $w''_{ст}$. Эта блокировка предотвращает подъем легких грузов на положениях командоконтроллера, соответствующих спуску.

Когда груз большой ($M'_{ст2}$ и $M''_{ст2}$), включение привода в положении 3 (спуск) вызовет быстрое увеличение скорости спуска при спуске тяжелых грузов. Чтобы это избежать, крановщик нажатием на педаль SQ3 отключает блокировку первых положений контроллера до включения двигателя. Контакт К6 командоконтроллера SA1, замыкаясь, подготавливает цепь включения контактора КМ2, минуя контакт КТ1.

При установке командоконтроллера в положение 1 (спуск) при замкнутом

контакте КМ1 включаются контакты КМ2 и КМ3, а через второй контакт педали контактор КМ5. Двигатель работает с характеристикой 1С, обеспечивая небольшую скорость спуска тяжелого груза $w_{с2}$. Одновременно контакты КМ3 и КМ5 включают реле КТ1, которое остается включенным во всех положениях спуска.

Схемой панели ТСА предусматривается автоматический контроль протекания переходных процессов пуска и торможения. При быстрой перестановке командоконтроллера из положения 0 в положение 4. (подъем) срабатывают контакторы КМ2, КМ3, КМ5, КМ4, КМ7 и КМ8. Реле времени КТ2, включается в положении 0, удерживая разомкнутый свой контакт в цепи катушек КМ9 и КМ10. После включения КМ8 цепь реле КТ2 размыкается, и оно начинает отсчитывать выдержку времени. В течение этого времени двигатель ускоряется до первой скорости переключения $w_{п1}$ по характеристике 3П (см. рисунок 5). По истечении выдержки времени КТ2 его контакт замыкается, срабатывает контактор КМ9 и двигатель переходит на промежуточную пусковую характеристику 4П. Так как контакт КМ9 в цепи катушки КТ1 разомкнулся, реле КТ1 отсчитывает выдержку, времени, в течение которой двигатель ускоряется, до второй скорости переключения $w_{п2}$. После замыкания размагничивающего контакта КТ1 в цепи катушки контактора КМ10 последний срабатывает, двигатель переходит на основную характеристику и разгоняется до установившейся скорости. При срабатывании контактор КМ10 становится на самопитание и другим вспомогательным контактом вновь подключает катушку КТ1 к напряжению выпрямителя.

Пуск в направлении спуска протекает аналогично по промежуточным пусковым характеристикам 4С' и 4С".

При быстрой перестановке командоконтроллера из положения 4 (спуск) в нулевое благодаря выдержке времени реле КТ1 происходит торможение двигателя противовключением при одновременном наложении механического тормоза. Совмещение механического и электрического торможения исключает просадку груза, уменьшает износ механического тормоза.

Использование режима однофазного включения расширяет возможности регулирования скорости спуска легких и средних грузов. Однако жесткость всех механических характеристик (см. рисунок 5) при введении сопротивлений в цепь ротора невелика, поэтому требуемые малые скорости подъема и спуска различных грузов оператор поддерживает вручную кратковременными переключениями командоконтроллера, в соответствующие соседние положения. Например, при нагрузке соответствующей моменту $M''_{ст1}$, скорость спуска груза меньшую $w'''_{ст}$ (см. рисунок 5), оператор может поддерживать, переставляя командоконтроллер из положения 3С в положение 2С и обратно.

Более широкие возможности регулирования скорости подъема и спуска грузов обеспечиваются использованием двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите блокировки, применяющиеся в электрических схемах управления электроприводами мостовых кранов.
2. Объясните устройство, принцип действия и назначение электромагнитных тормозов в мостовом кране.
3. Какие защиты должны быть в мостовом кране, и какими аппаратами они выполняются?
4. Как осуществить переход из режима противовключения в режим работы со свехсинхронной скоростью?
5. Объясните назначение сопротивления, постоянно включенного в цепь ротора.
6. Какие типы магнитных контроллеров применяются при частых пусках?
7. Какие режимы работы обеспечивает панель управления типа ТСА? Привести механические характеристики.
8. Пояснить назначение реле КТ1.
9. Как в схеме панели ТСА обеспечивается контроль протекания переходных процессов пуска и торможения?
10. Пояснить режим однофазного торможения, его получение в схеме, назначение, механические характеристики.
11. Пояснить режим тормозного спуска, его получение в схеме, назначение, механические характеристики.
12. Пояснить режим силового спуска, его получение в схеме, назначение, механические характеристики.
13. Пояснить режим работы сверхсинхронного спуска, его получение в схеме, назначение, механические характеристики.
14. Пояснить работу схемы на подъем.

3~,50 HZ, 380V

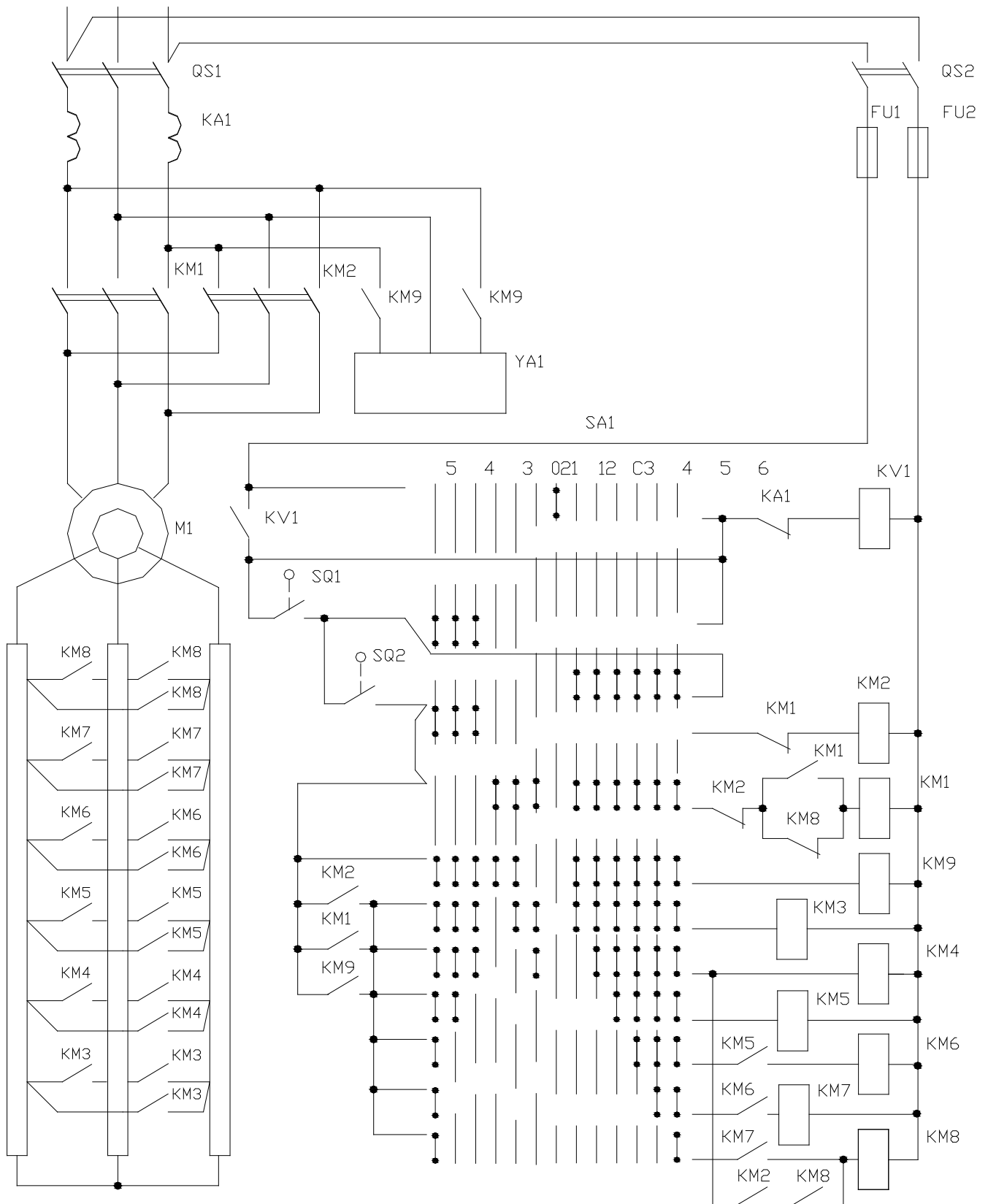


Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная панели ТС

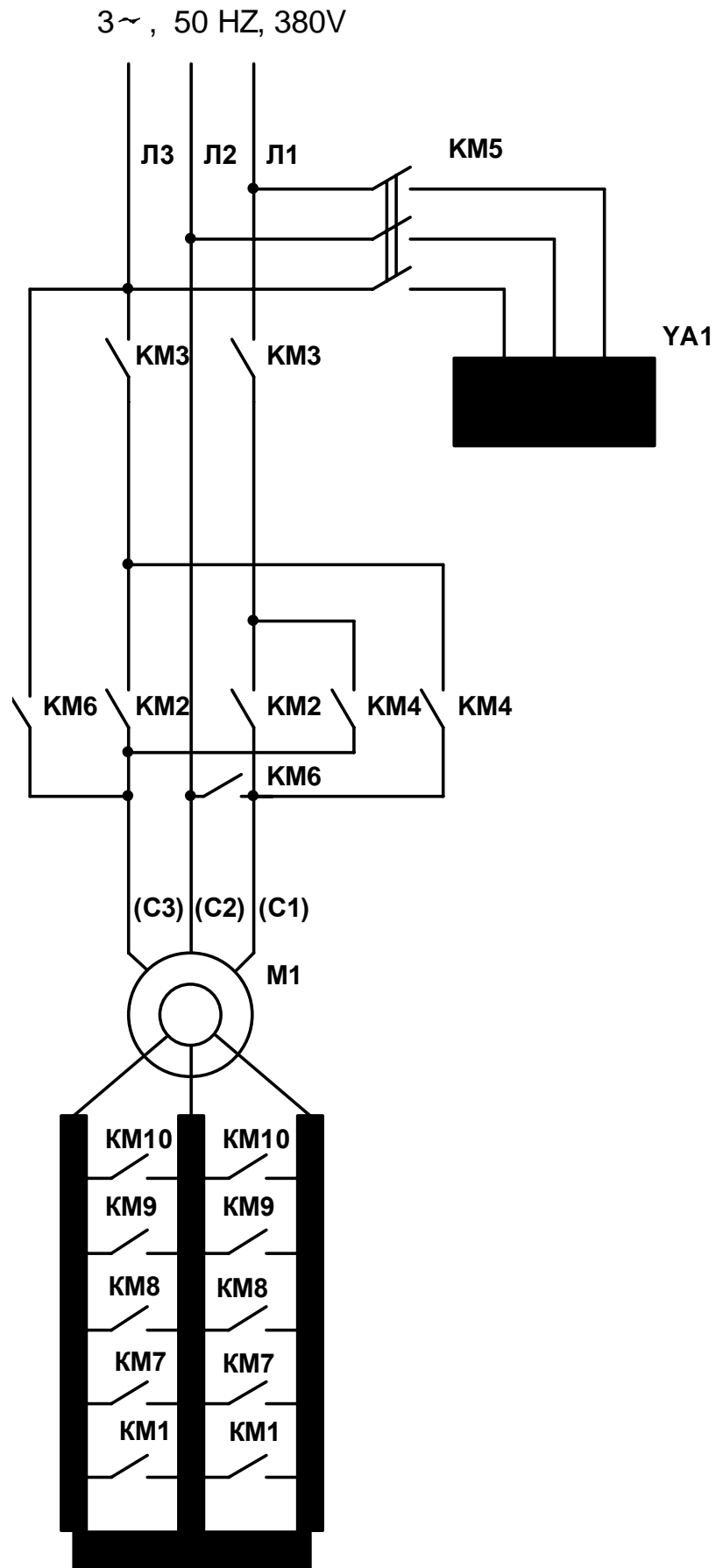


Рисунок 3 – Силовая схема панели ТСА

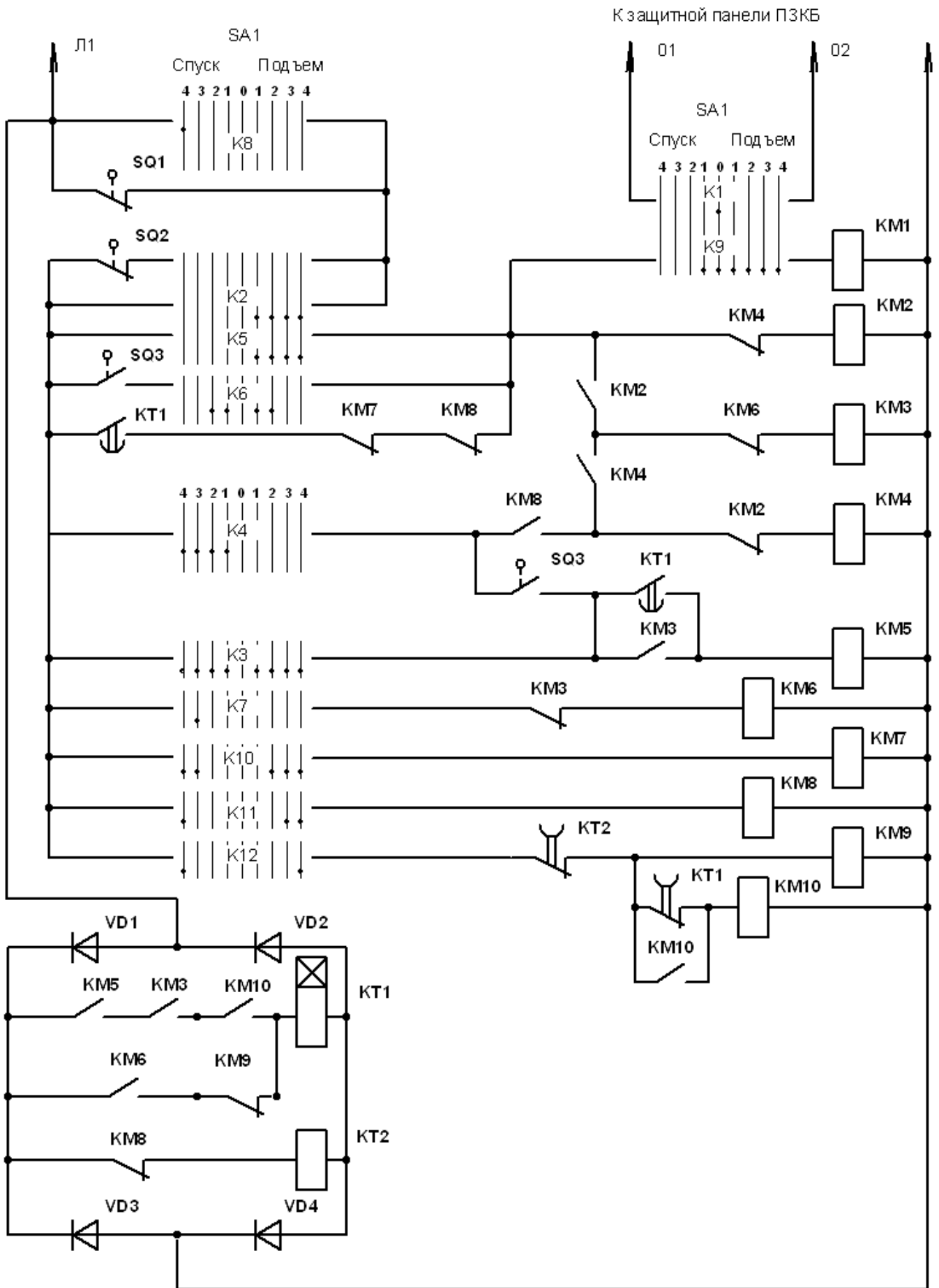


Рисунок 4 - схема электрическая принципиальная панели ТСА

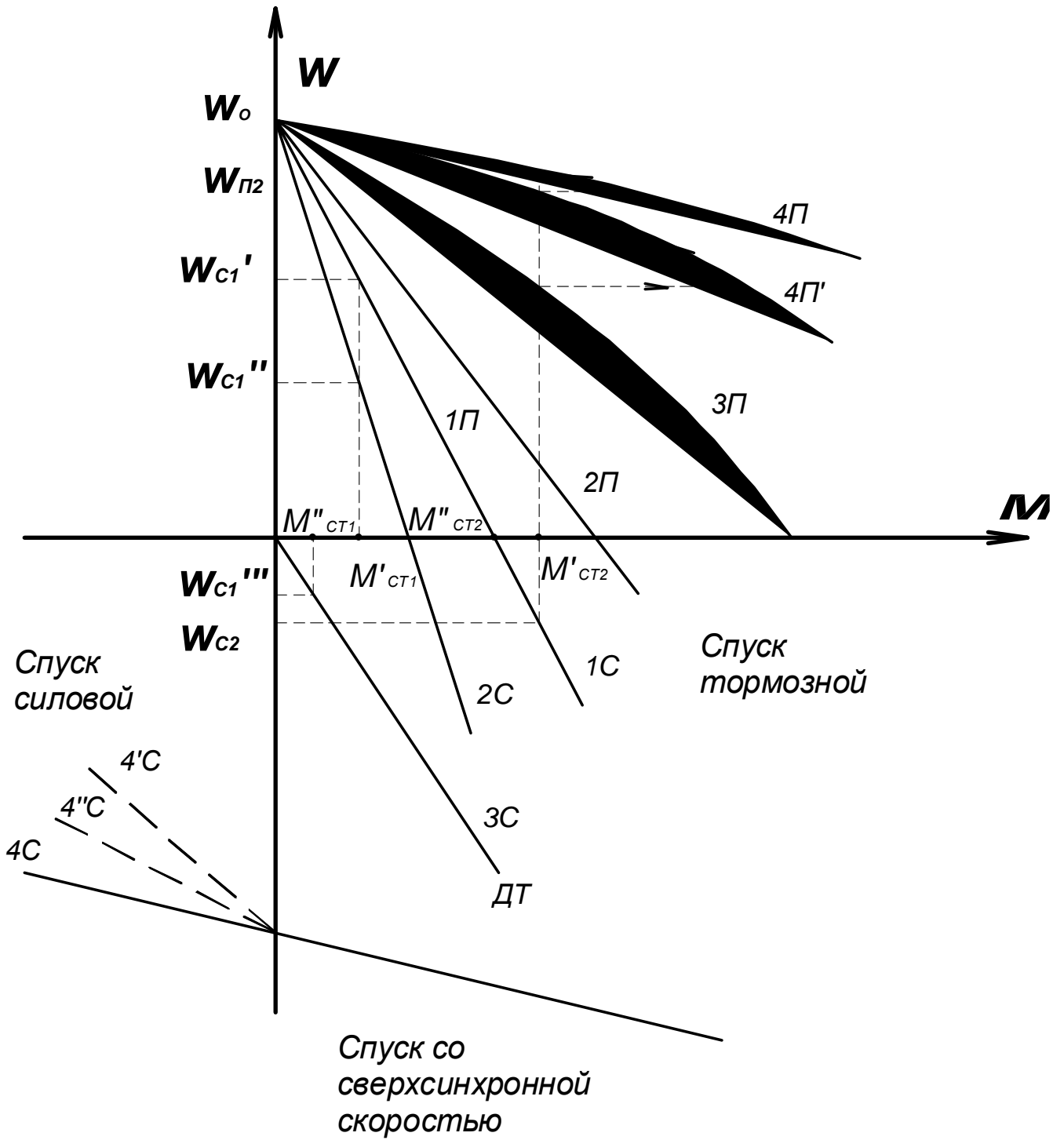


Рисунок 5 – Механические характеристики панели ТСА

Список литературы

1. **Ключев, В. И.** Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов / В. И. Ключев, В. М. Терехов. – М.: Энергия, 1980. — 360с.: ил.