

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ПОСТОЯННОГО ТОКА С СИЛОВЫМ КОРРЕКТИРУЮЩИМ КОНТУРОМ

В статье рассматриваются вопросы повышения динамических и энергетических характеристик в малофазных электроприводах постоянного тока. Приведено описание разработанной автором схемы системы с силовым корректирующим контуром.

Ключевые слова: система управления, электропривод, динамические характеристики, энергетические характеристики, силовой корректирующий контур.

Пульсации выпрямленного тока вызывают целый ряд нежелательных явлений. Снижение КПД приводит к недоиспользованию мощности привода; ухудшается работа замкнутых систем регулирования; при малых нагрузках возможен режим прерывистых токов, который ухудшает регулирование и внешние характеристики тиристорного преобразователя (ТП), а также статическую и динамическую точность в замкнутых системах регулирования. Использование сглаживающих дросселей ухудшает весогабаритные показатели, увеличивает стоимость, а также динамические показатели системы. Принципиально ограниченные динамические показатели ТП исключают возможность коррекции средствами управления их частотных характеристик с целью повышения быстродействия при сохранении основных принципов импульсно-фазового управления.

Улучшение статических и динамических характеристик можно ожидать только за счет усложнения силовой схемы и принципов управления ТП.

Принципиально другой путь улучшения коэффициента использования электропривода, статических и динамических показателей систем регулирования, содержащих тиристорные преобразователи, заключается в применении дополнительного источника в силовой цепи для коррекции, т.е. силового корректирующего контура (СКК). Принцип коррекции обеспечивается включением в силовую цепь дополнительного управляемого источника постоянного тока, имеющего значительно меньшую мощность. Этот источник охватывается обратными связями и выполняет роль компенсатора статической и динамической ошибки ТП. Он позволяет увеличить быстродействие регулирования тока и скорости в «малом», устранить влияние пульсаций и нелинейности преобразователя, причем степень «малости» динамических процессов определяется относительной величиной мощности СКК.

В статье рассматривается параллельное включение (рис.1) СКК, компенсирующего ошибку контура регулирования тока ТП. Обратная связь определяет его номинальный ток, а напряжение равно напряжению нагрузки.

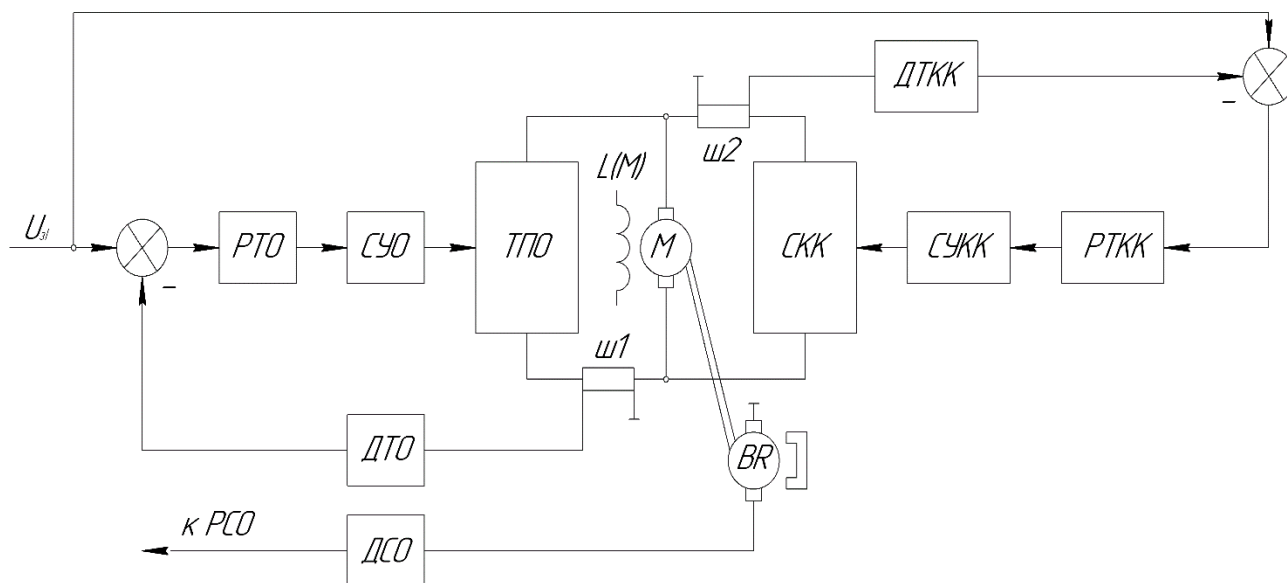


Рисунок 1 – Структурная схема параллельного включения СКК

Номинальные параметры СКК при параллельной схеме включения должны определяться из известных условий:

$$E_{к.н.} = E_{о.н.}; \quad I_{к.н.} = \frac{U_{н1}}{Z_0}; \quad S_{к.н.} = \frac{E_{к.н.}}{Z_0} U_{н1},$$

где Z_0 – внутренне сопротивление ТП.

ТП является основным источником, обеспечивающим «грубую» стабилизацию выходных параметров (ток, напряжение, скорость вращения), а дополнительный, обладающий более высоким быстродействием, обеспечивает точное поддержание этих параметров на заданном уровне. В качестве дополнительного источника могут использоваться транзисторные или тиристорные преобразователи.

При такой структуре мощность СКК может быть существенно меньше мощности основного источника, исходя только из условий компенсации, возникающих в системе нежелательных изменений выходных параметров при воздействии на нее внешних и внутренних возмущений. Дополнительный источник в этом случае выполняет роль СКК, улучшающего качественные показатели системы.

Схема управления позволяет разгрузить корректирующий канал от тока нагрузки в статическом режиме, т.к. он работает по ошибке, измеренной прямым и косвенным методом основного канала. Ограничения статических и динамических показателей ТП, вызываемые его специфическими свойствами, приводят к появлению ошибки в выходном сигнале основного контура, которая и является сигнальным воздействием на корректирующий канал. Т.к. корректирующий канал маломощный и имеет достаточно высокую полосу пропускания, соответствующее воздействие передается на выход системы, компенсируя нежелательные статические и динамические отклонения канала с ТП.

Подчиненное регулирование параметров, нашедшее широкое применение

в тиристорных электроприводах постоянного тока, позволяет использовать этот принцип при построении системы управления СКК при наличии внутреннего замкнутого контура тока.

Эффективное значение тока нагрузки:

$$I_{\text{эф.}} = \sqrt{\frac{m}{\alpha} I_{\text{тэф.}}^2 + I_{\text{дэф.}}^2 + I_{\text{кэф.}}^2}$$

При выполнении этого условия выражение для среднего и эффективного токов упрощается:

$$K_u = \frac{I_{\text{ср.}}}{I_{\text{эф.}}}$$

На основании вышеизложенного расчеты коэффициента использования машины постоянного тока при питании его от однофазного тиристорного преобразователя с учетом и без учета СКК приведены на рис.2.

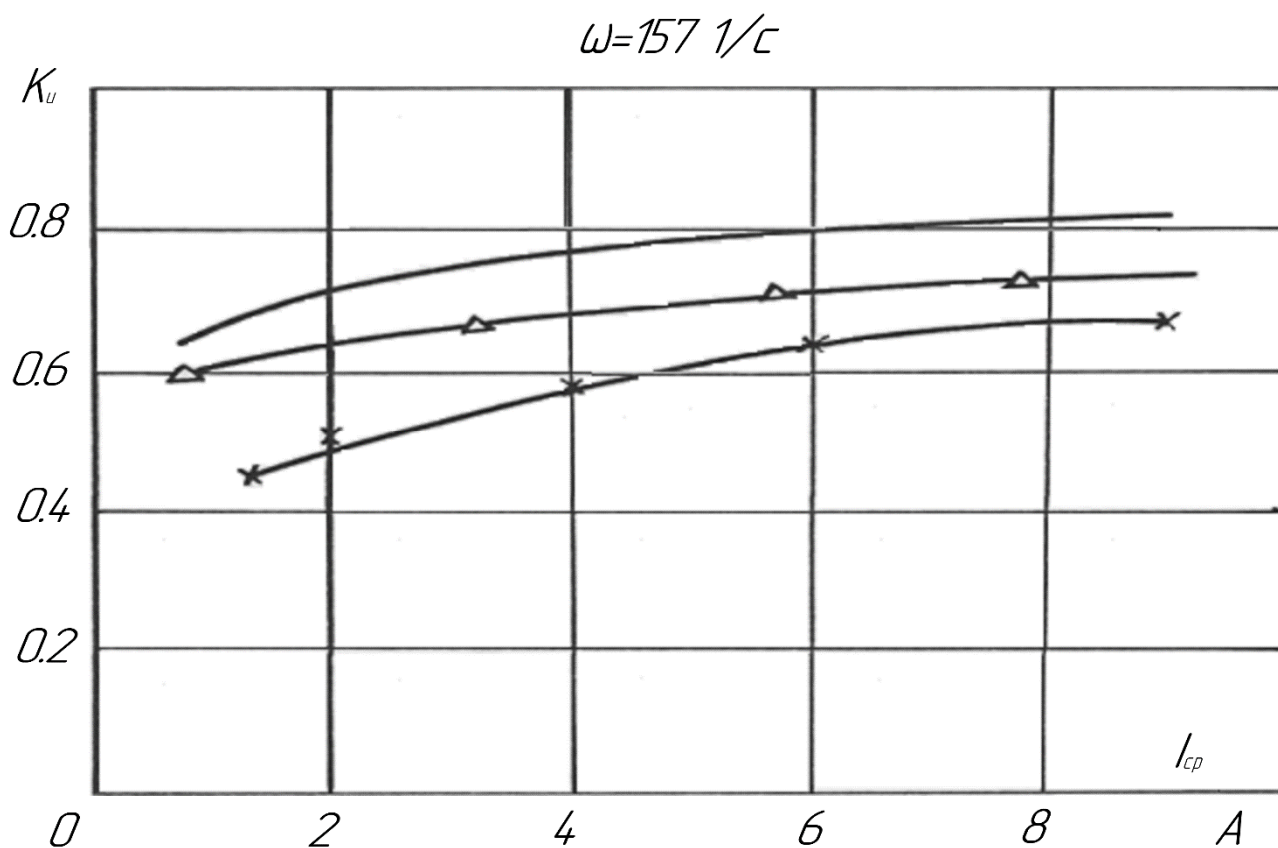
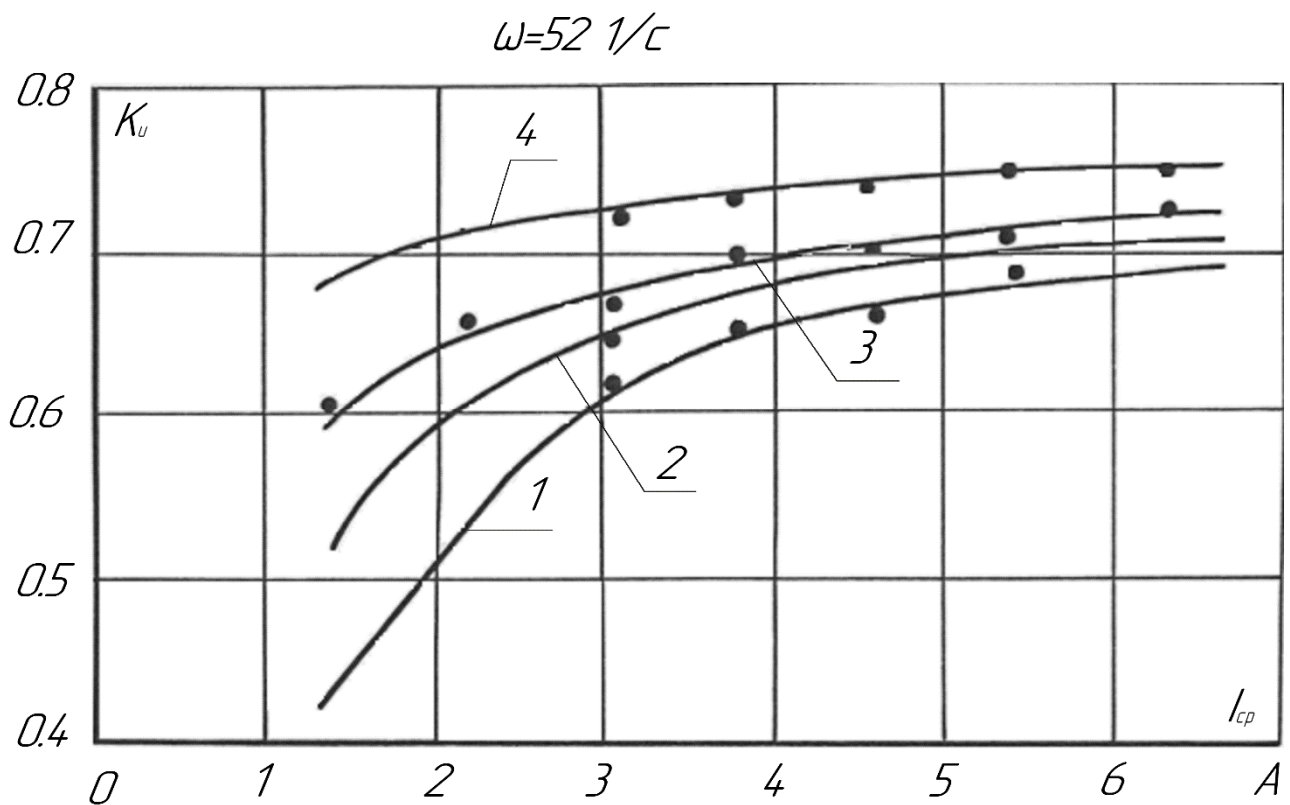
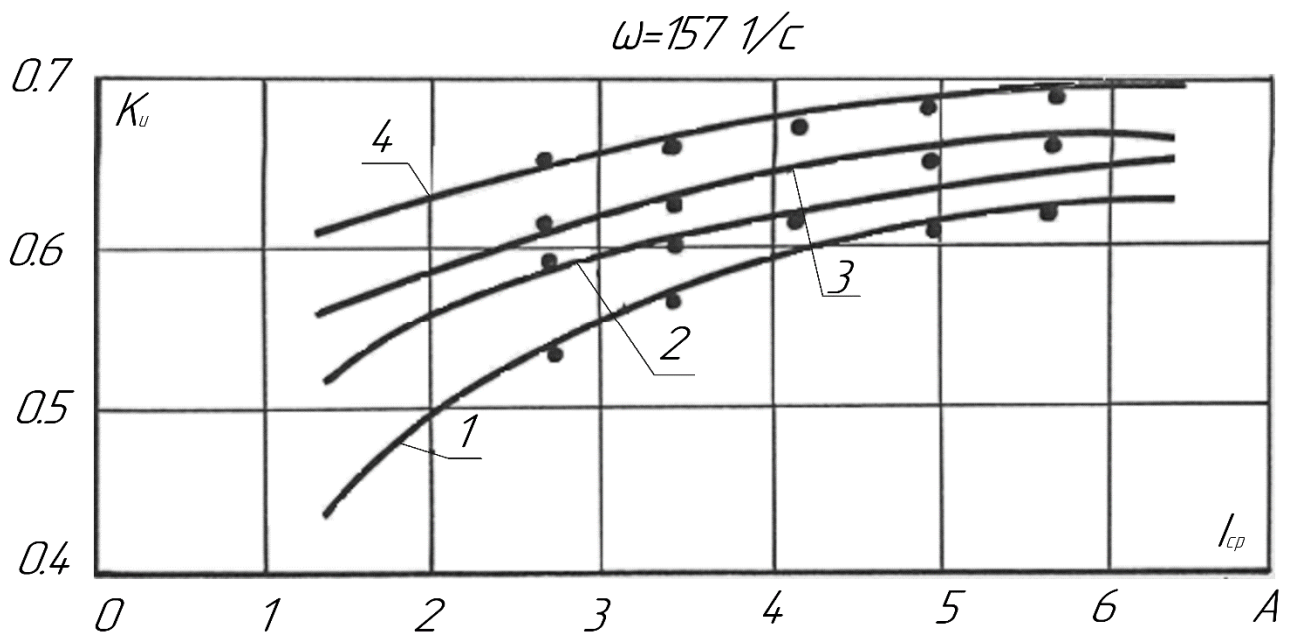


Рисунок 2 - Зависимости $K_u = f(I_{\text{ср.}})$

- Расчет с СКК
- × ————— СКК отключен – эксперимент
- △ ————— СКК включен - эксперимент



a)



б)

Рисунок 3 – Зависимости $K_u = f(I_{cp})$:

1. $I_K = 0$; 2. $I_K = 0,2 \text{ A}$; 3. $I_K = 0,4 \text{ A}$; 4. $I_K = 0,6 \text{ A}$;

Результаты расчетов показывают, что подключение СКК в систему ТЭП позволяет улучшить коэффициент использования МПТ. На основании этого разработана и исследована схема электрическая принципиальная СКК совместно с системой подчиненного регулирования электропривода постоянного тока

на базе тиристорного преобразователя, выполненного по однофазной мостовой полууравляемой схеме. Результаты исследования электропривода для разных скоростей, приведенные на рис.3, показывают существенное увеличение коэффициента использования $K_{\text{исп}}$ машины.