

ДИНАМИКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПО СХЕМЕ Г-Д ПРИ МИКРОПРОЦЕССОРНОМ УПРАВЛЕНИИ

Вопросы, связанные с конструированием систем микропроцессорного управления электроприводом по системе Г-Д, оптимизацией контуров регулирования и определением параметров контурных регуляторов, рассматривались при выполнении работы по реконструкции электроприводов клеток пятиклетевого стана холодной прокатки 1700 [1]. При этом учитывались такие особенности этих систем, как свойства тиристорных преобразователей с микропроцессорным управлением, которые применяются в качестве возбудителей электродвигателей и генераторов, и, что особенно важно, применяемые схемы защиты обмоток возбуждения. Система управления, описанная в [1], несмотря на положительные результаты внедрения, обладает некоторыми недостатками, основные из которых – громоздкие резисторные устройства защиты обмоток возбуждения от перенапряжения и наличие коммутирующего устройства в канале обратной связи по напряжению, подключаемой для гашения поля возбуждения генератора.

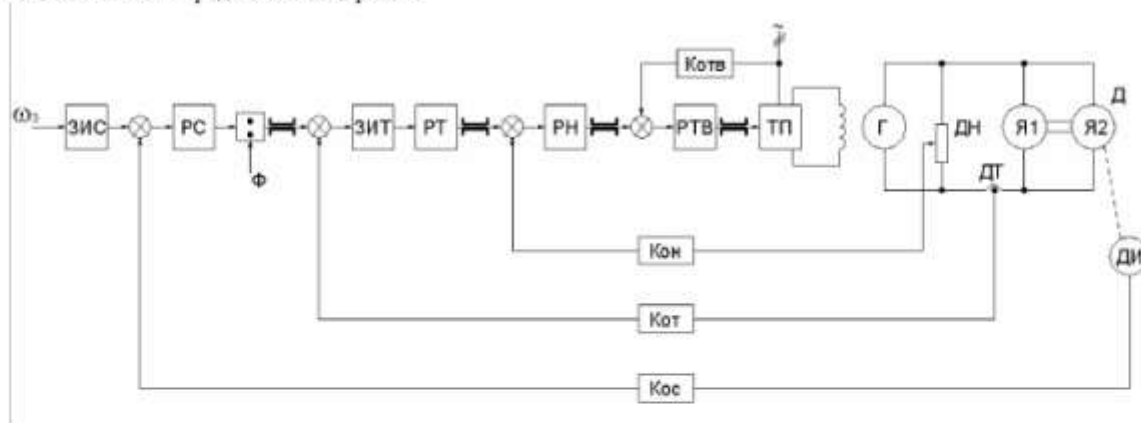
При очередной разработке систем микропроцессорного управления для реконструкции электроприводов по системе Г-Д клеток четырехклетевого непрерывного

стана холодной прокатки решалась задача улучшения динамических показателей системы управления при одновременном повышении надежности. Для этого применен ряд принципиально новых решений.

Одним из таких решений стало применение для защиты обмоток возбуждения электрических машин от перенапряжений типовых тиристорных модулей защиты, построенных на базе гасящего тиристора, отечественной разработки и изготовления («Преобразователь-комплекс», г. Запорожье). При таком способе защиты динамические свойства обмотки возбуждения генератора (или полностью генератора) описываются усилительно-аперiodическим звеном первого порядка.

При разработке структуры двухзонной системы автоматического управления электропривода рассмотрены два варианта, отличающиеся в части построения системы управления напряжением генератора. Эти два варианта отличаются использованием или отсутствием контура регулирования тока возбуждения генератора, входящего, как контур регулирования тока нагрузки преобразователя, в стандартную структуру программного алгоритма микропроцессорного управления тиристорного преобразователя, применяемого в данном случае в качестве тиристорного возбудителя генератора.

Для первого варианта структурная схема системы автоматического управления напряжением генератора одного вала клетки представлена на рис. 1.



ЗИС, ЗИТ – датчики интенсивности скорости и тока, РС, РТ, РН, РТВ – регуляторы скорости, тока якоря, напряжения генератора и тока возбуждения генератора, Кос, Кот, Кон, Котв – коэффициенты обратных связей, ДН, ДТ – датчики напряжения генератора и тока якоря, ДИ – импульсный датчик скорости

Рис1. Структурная схема электропривода по системе Г-Д, вариант 1.

Эта структурная схема построена по принципу подчиненного регулирования, как четырехконтурная, включающая контуры регулирования тока возбуждения генератора, напряжения генератора, якорного тока и скорости электродвигателя. Такая схема должна применяться в случае, когда система программного управления применяемого в качестве возбудителя генератора тиристорного преобразователя не позволяет использовать не

по назначению внутренний контур регулирования тока, замкнутый по сетевому току преобразователя. Это может быть обусловлено, например, отсутствием возможности отключения обратной связи по упомянутому току.

При оптимизации контура регулирования тока возбуждения генератора, в котором имеется одна большая постоянная времени – обмотки возбуждения, используется ПИ регулятор, при определении параметров которого возможны два варианта. Это связано с тем, что в системе программного управления существуют ограничения численной величины параметров регуляторов. Так, для тиристорных преобразователей серии Simoreg DC Master фирмы Сименс коэффициент усиления ограничен величиной 200, а для тиристорных преобразователей серии DCS800 фирмы ABB – величиной 100. Это обстоятельство ограничивает максимальную величину постоянной времени форсирующего звена ПИ регулятора.

Учитывая сказанное, классическая оптимизация контура регулирования тока возбуждения генератора по модульному оптимуму, с полной компенсацией влияния постоянной времени обмотки возбуждения, может быть реализована только в случае, если эта постоянная относительно невелика.

Если же используется генератор с большой величиной постоянной времени обмотки возбуждения, то настройка регулятора производится следующим образом. Задаем величину постоянной времени форсирующего звена регулятора T_{ϕ} , которая будет меньше, чем постоянная времени обмотки возбуждения T_a , т.е.

$$T_{\phi_{\text{прн}}} = \alpha T_a, \text{ где коэффициент } \alpha < 1.$$

Аппроксимированная ЛАЧХ контура при такой настройке будет иметь вид 1-2-1-2 с участком, имеющим наклон - 40дб/дек в низкочастотной области. Для получения частоты среза контура в соответствии с модульным оптимумом, т.е. $\omega_{\text{стат}} = 1/2T_{\mu}$, найдем величину постоянной времени интегрирования регулятора, используя методику определения параметров аппроксимированных ЛАЧХ [2]

$$T_{\text{иттв}} = \frac{2\alpha K_{\text{ин}} K_{\text{оста}} T_{\mu}}{R_a}, \quad (1)$$

где $K_{\text{ин}}$ – коэффициент усиления тиристорного преобразователя, $K_{\text{оста}}$ – коэффициент обратной связи по току возбуждения генератора, а R_a – сопротивление обмотки возбуждения генератора. Полученное значение постоянной времени интегрирования должно удовлетворять условию

$$T_{\text{иттв}} K_m \geq T_{\phi}, \quad (2)$$

в котором K_m – предельно допустимое значение коэффициента усиления регулятора тока тиристорного преобразователя. Если условие (2) не выполнено, расчет повторяется с меньшим значением постоянной T_{ϕ} .

Передаточная функция и динамические свойства замкнутого контура регулирования тока возбуждения генератора в обоих рассмотренных случаях настройки практически одинаковы и соответствуют показателям настройки по модульному оптимуму.

Для оптимизации контура регулирования напряжения генератора, в котором отсутствует большая постоянная времени, требующая компенсации, может быть использован интегральный регулятор, постоянная интегрирования которого определяет требуемое быстродействие этого контура. Оптимальная настройка контура в соответствии с требованиями модульного оптимума будет получена, если постоянная времени интегрирования регулятора напряжения будет равна

$$T_{\text{итн}} = \frac{4K_z K_{\text{остн}} T_{\mu}}{K_{\text{остн}}}, \quad (3)$$

где K_z – коэффициент наклона кривой намагничивания генератора.

Оптимизация контуров регулирования якорного тока и скорости электродвигателя с помощью ПИ регуляторов ничем не отличается от оптимизации подобных контуров регулирования обычного тиристорного электропривода постоянного тока.

Второй вариант структурной схемы системы автоматического регулирования напряжения генератора клетки представлен на рис. 2. Этот вариант может быть реализован, если система программного управления применяемого в качестве возбудителя генератора тиристорного преобразователя позволяет программно изменить структуру и функции алгоритма регулирования тока нагрузки преобразователя. Предлагаемая система – трехконтурная, без контура регулирования тока возбуждения генератора, но и в ней, как и в предыдущей четырехконтурной системе гашение остаточного потока возбуждения генератора производится контуром регулирования напряжения генератора без применения каких-либо коммутирующих устройств.

Для оптимизации контура регулирования напряжения генератора ПИ регулятор напряжения должен компенсировать влияние большой постоянной времени контура – постоянной времени обмотки возбуждения. Для

этого постоянная времени форсирующего звена регулятора напряжения должна быть равна этой постоянной

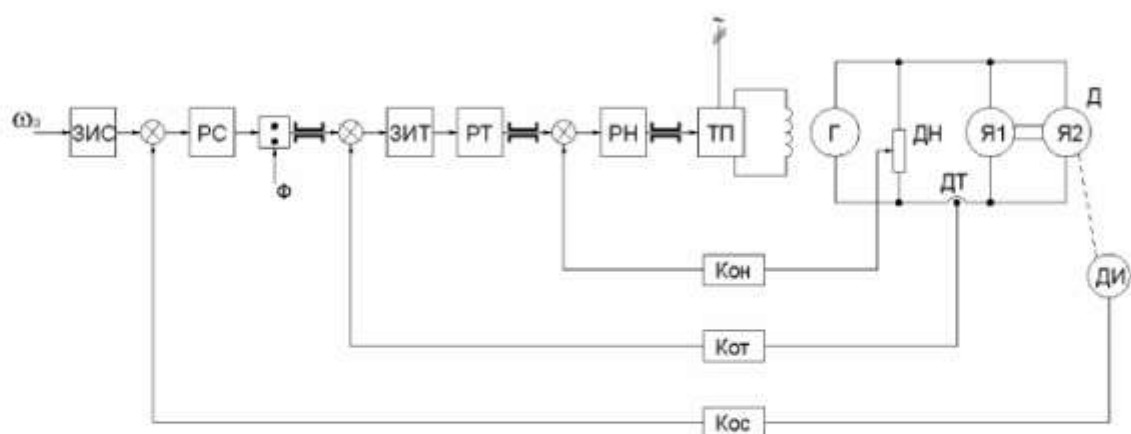


Рис2. Структурная схема электропривода по системе Г-Д, вариант 2.

времени, а постоянная времени интегрирования регулятора должна определяться выражением

$$T_{инт} = \frac{2K_{тн}K_zK_{осн}T_{\mu}}{R_{в}}, \quad (4)$$

в котором $K_{осн}$ - коэффициент обратной связи по напряжению генератора. Для оптимизации контура по модульному оптимуму с учетом возможностей регулятора необходимо выполнение условия (2). Если это условие не выполняется, оптимизация контура и определение параметров регулятора должны производиться так, как это описано выше для контура регулирования тока возбуждения структурной схемы рис.1.

Оптимизация и определение параметров контуров регулирования якорного тока и скорости электродвигателя производится аналогично процедурам для таких же контуров структурной схемы рис.1.

Литература.

1. Лимонов Л.Г. Микропроцессорное управление электроприводом по системе генератор-двигатель. Электротехника, 2004г, №1, Москва Стр. 47-52
2. Лимонов Л.Г. Тарашанский П.И. Аналитический метод определения параметров логарифмических амплитудно-частотных характеристик электропривода.
3. Реферативная информация о передовом опыте. Серия 2. Монтаж и наладка электрооборудования. ЦБНТИ 1972г. №2 (86), стр. 23 – 26