

Метод улучшения режимов работы обжимного прокатного стана с применением компенсации влияния электродвижущей силы якоря

к.т.н. Модзелевский Д. Е., Абрамов В.П.

Сибирский государственный индустриальный университет, г.Новокузнецк, Россия

Рассмотрена система управления приводом обжимного реверсивного прокатного стана. В целях оптимизации процесса предложена схема с компенсацией влияния ЭДС якоря. Приведены структурные схемы системы регулирования и осциллограммы переходных процессов.

Ключевые слова: реверсивный прокатный стан, привод, постоянный ток, система автоматического регулирования.

Исследуемым объектом является состоящий из двух клеток обжимной реверсивный прокатный стан. Клетти черного и чистового обжима вращаются от одного привода. Реализована схема - ТП-Д. Применяется двигатель постоянного тока типа П23/165-4,6 мощностью 4600 кВт и номинальной частотой вращения 50 об/мин, который способен выдерживать большие перегрузки и работу в тяжелых условиях (пыль, воздействие вибрации, высокая температура).

При разработке системы автоматического регулирования следует обязательно учитывать влияние ЭДС вращения якоря на контур тока [1].

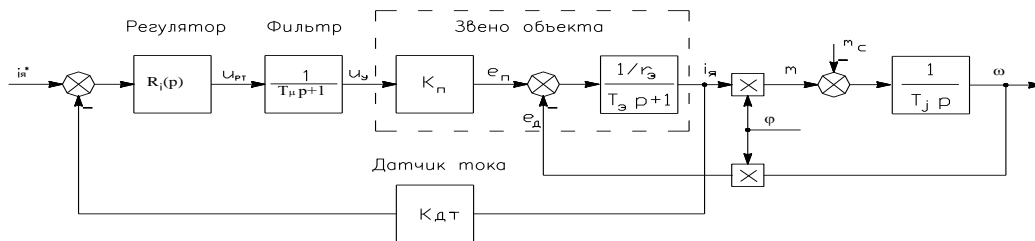


Рисунок 1 – Структурная схема контура тока

Данный метод основан на анализе величины влияния ЭДС якоря на параметры системы регулирования. ЭДС вращающегося двигателя недостаточно влияет на качество регулирования при выполнении условия $T_M \gg T_\square$, где T_M - электромеханическая постоянная времени, T_\square - некомпенсируемая постоянная времени. Структурная схема контура тока при выполнении данного условия изображена на рисунке 2.

При расчетах применяется неравенство: $T_M \gg 20 \cdot T_\square$:

$T_M = 0.075$ с; $20 \cdot T_\square = 20 \cdot 0.005 = 0.1$ с; $0.075 > 0.1$ – неравенство не выполняется. Следовательно, влияние ЭДС однозначно имеется и пренебрегать им никак нельзя. Если не учитывать влияние ЭДС якоря, не получится эксплуатировать двигатель с максимальной эффективностью. Следует компенсировать ЭДС якоря.

Используем схему с компенсирующим элементом. Сигнал компенсации с выхода регулятора тока подается на его вход [2]. ЭДС якоря двигателя, в отличие от тока якоря и скорости, невозможно измерить напрямую. Для косвенного измерения ЭДС якоря датчик пользуется сигналами датчика тока якоря и датчика напряжения якоря двигателя. Связь между током, напряжением и ЭДС якоря следует из уравнения электрического равновесия для якорной цепи:

$$U = E + I_a \cdot R_a;$$

Реализация датчика ЭДС в полном соответствии с данным уравнением невозможна, т.к. необходимо идеальное форсирующее звено. Поэтому требуется внесение в датчик инерционного звена с постоянной времени T_μ . В результате уравнение датчика ЭДС принимает вид:

$$U_{дЭ}(p) = \frac{1}{T_\mu p + 1} U_a(p) - r_a \frac{T_a p + 1}{T_\mu p + 1} i_a(p);$$

Данному уравнению соответствует структурная схема датчика ЭДС, изображенная на рисунке 2. Также показано звено компенсации. ЗК – звено компенсации ЭДС якоря.

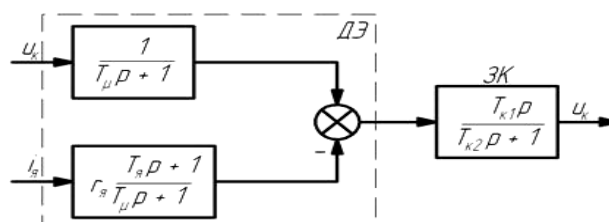


Рисунок 2 – Структурная схема датчика ЭДС со звеном компенсации

Для того, чтобы была возможность практически реализовать форсирующее звено и защиту системы от помех в сигналах датчиков в канале тока и напряжения датчика ЭДС, был добавлен фильтр в цепь датчика тока. Схема регулятора тока с компенсацией ЭДС вращения якоря приведена на рисунке 3.

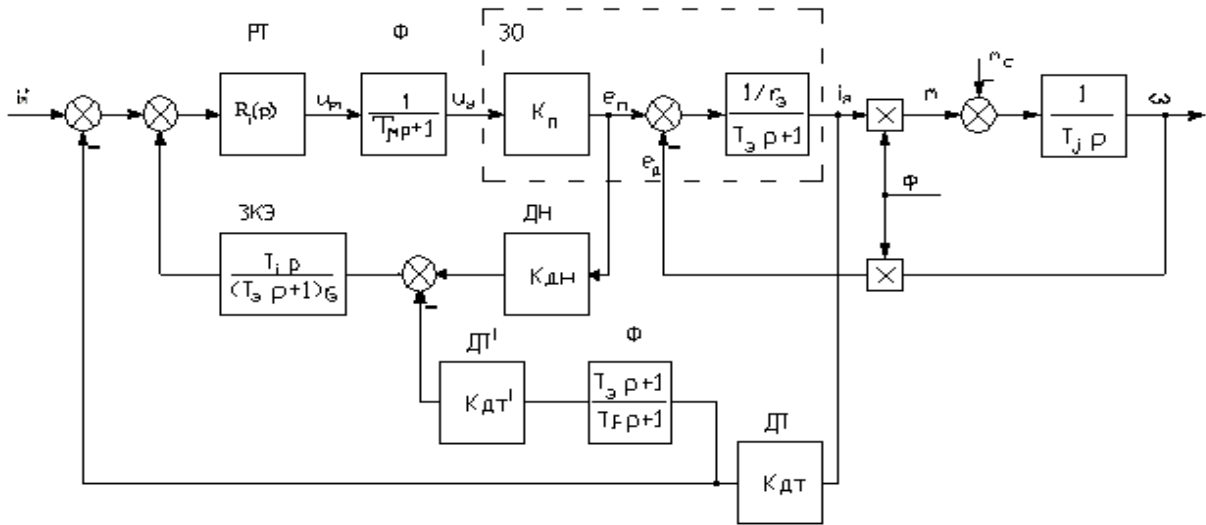


Рисунок 3 – Структурная схема контура тока с компенсацией ЭДС

Произведем расчёт передаточной функции ЗКЭ по методике, представленной в [3]:

$$R_{\text{ЗКЭ}}(p) = \frac{T_i p}{r_s \cdot (T_s p + 1)} = \frac{0,054p}{0,025p + 1};$$

На рисунке 4 и 5 представлены графики переходных процессов со звеном компенсации ЭДС якоря и соответственно без него. Происходит пуск двигателя, через время 0,45 сек. к валу двигателя прилагается нагрузка.

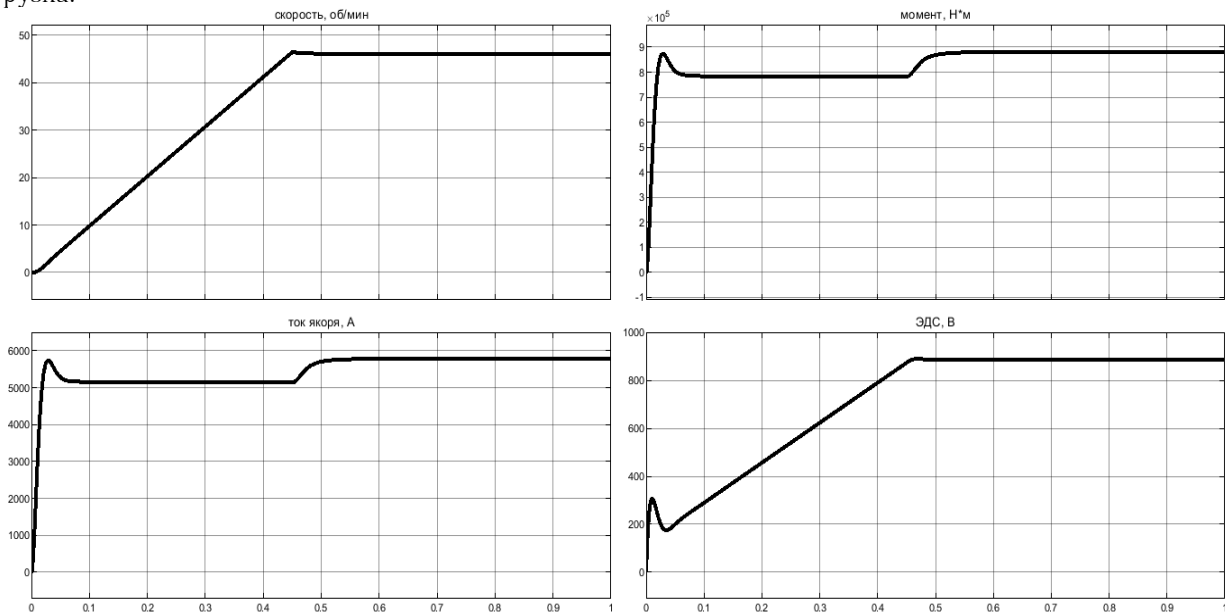


Рисунок 4 – Пуск и прикладывание нагрузки без звена компенсации ЭДС

При моделировании данной системы с использованием звена компенсации ЭДС вращения якоря двигателя, получены графики переходных процессов пуска и приложения нагрузки. Наблюдается уменьшение перерегулирования тока, отсутствует динамическая ошибка по току при изменении ЭДС (во время разгона).

Реализуемая схема с применением компенсирующего элемента позволяет компенсировать влияние ЭДС двигателя на динамику регулирования тока якоря. Данный способ позволит в дальнейшем произвести синтез системы регулирования скорости валков, обеспечивающей качество управления в различных режимах работы стана.

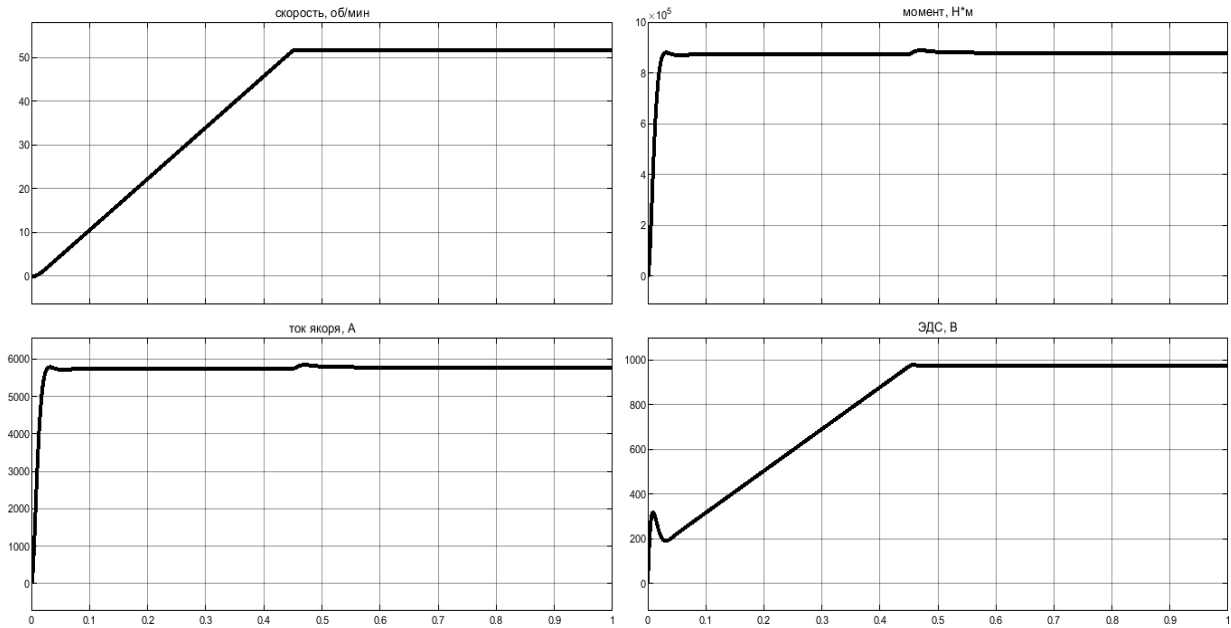


Рисунок 5 – Пуск и прикладывание нагрузки со звеном компенсации ЭДС

Литература:

1. Выдрин, В.Н. Автоматизация прокатного производства: учеб. для вузов. – Москва: Металлургия, 1984. – 172с.
2. Красневский, С.М. Разрушение металлов при пластическом деформировании / С.М. Красневский, Е.М. Макушок, В.Л. Шукин; под ред. А.В. Степаненко. Минск: Наука и техника, 1983. - 165 с.
3. Ключев В. И. Теория электропривода / В.И. Ключев. – Москва: Энергоатомиздат, 2009. – 564 с.