

Светличная Татьяна, магистр НИТУ МИСиС, г. Москва

e-mail: svetlichnayat00496@gmail.com

**ОБОСНОВАНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА
КАРУСЕЛЬНО-РАЗЛИВОЧНОЙ МАШИНЫ В УСЛОВИЯХ ТОО
«КАЗАХМЫС СМЭЛТИНГ»**

Аннотация: Объектом исследования является электропривод карусельно-разливочной машины на Жезказганском медеплавильном заводе, который находится в Карагандинской области на территории Республики Казахстан, в городе Жезказган.

В статье приводятся результаты проведенных исследований, целью которых является повышение производительности за счет сокращения цикла работы при сохранении качества выпускаемой продукции, на основании расчетов описаны рекомендации по усовершенствованию существующего электропривода карусельно-разливочной машины в условиях одного из цехов медеплавильного завода корпорации «Казакхмыс» в Республике Казахстан.

Ключевые слова: автоматизированный электропривод, карусельно-разливочная машина, преобразователь частоты.

Abstract: The object of research is the electric carousel-filling machine at the Zhezkazgan smelter, which is located in the Karaganda region in the Republic of Kazakhstan, in the city of Zhezkazgan.

The article presents the results of the studies, the purpose of which is to increase productivity by reducing the work cycle while maintaining the quality of products, based on the calculations described recommendations for improving the existing electric carousel filling machine in one of the shops of the smelter of the corporation "Kazakhmys" in the Republic of Kazakhstan.

Key words: automated electric drive, rotary filling machine, frequency converter.

«Казахмыс» - это крупный центр цветной металлургии Республики Казахстан с высокопроизводительной техникой и современной технологией производства. На добычу и переработку руд в корпорации расходуется около 60% всей потребляемой электроэнергии.

У потребления электроэнергии в корпорации «Казахмыс» есть тенденция к увеличению, в связи с расширением производства, а затраты на производство продукции остаются высокими, поэтому заводу необходимо внедрять системы, благодаря которым должна будет повыситься энергетическая эффективность предприятия. Таким образом было предложено усовершенствовать электропривод карусельно-разливочной машины.

Карусельно-разливочная машина – это устройство, при помощи которого жидкий металл разливается в специальные формы, обычно чугунные, которые заполняют металлом, с целью формирования слитка. Карусельно-разливочная машина была предложена в 1897 американским металлургом А. Уокером [2].

Электропривод карусельно-разливочной машины работает в повторно-кратковременном режиме, у которого имеют место частые пуски и резкие остановки в момент розлива в машину. Главное требование к пуску электропривода - это плавность, без рывков и дрожаний, во избежание выплескивания жидкого металла. Поэтому предлагается применение частотно-регулируемого электропривода переменного тока, структурная схема которого приведена на рисунке 1.

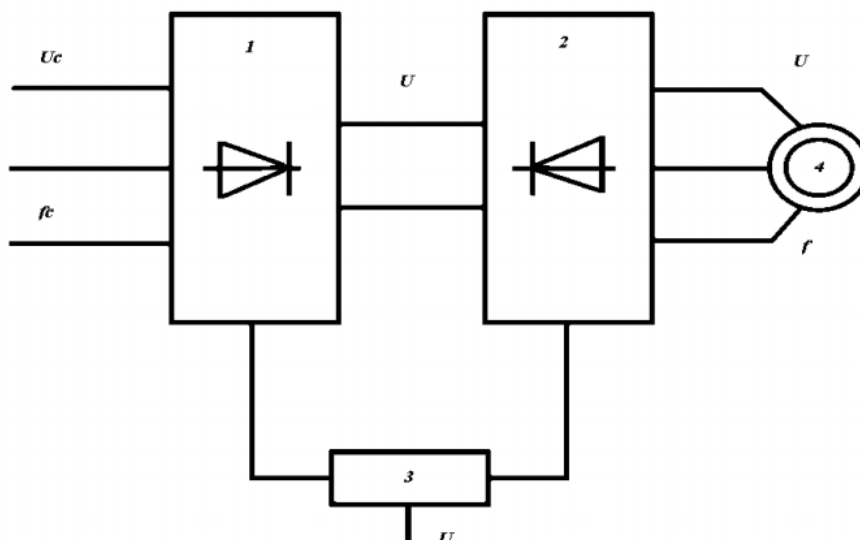


Рисунок 1. Структурная схема электропривода по системе преобразователь частоты-двигатель

Структурная схема электропривода по системе преобразователь частоты-двигатель - это сочетание управляемого тиристорного преобразователя 1, автономного инвертора 2, блока управления 3 и асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором 4 [4].

По сравнению с электроприводом постоянного тока электропривод переменного тока имеет следующие преимущества: высокая надежность, простота, относительно дешевый двигатель, которому не нужно постоянное обслуживание (коллекторный узел отсутствует), благодаря этому уменьшаются траты на эксплуатацию двигателя [3].

Исходя из данных выбранного в ходе исследования двигателя, который удовлетворяет таким требованиям как:

- подходит по номинальному моменту, т.е. соблюдается условие:

$$M'_{\text{экв}} < M_{\text{ном}} = 352,16 < 458 \text{ [1]}; \quad (1)$$

- подходит по перегрузочной способности $1,9 < 2,0$. Критерием выбора является условие:

$$M_{\text{стат.макс}} / M_{\text{доп. дв.}} \sum k_n \text{ [1]}, \quad (2)$$

следовательно, обеспечит надежную работу привода вращения карусельно-разливочной машины, было предложено установить частотный преобразователь с активным выпрямителем напряжения.

Затем были рассчитаны параметры схемы замещения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, такие как [1]:

r_1 - активное сопротивление обмотки фазы статора, которое определяется по формуле:

$$r_1 \approx \frac{U_{1ном} \cdot s_{ном}}{I_{1ном}}, \quad (3)$$

где $s_{ном}$ – номинальное скольжение двигателя, $I_{1ном}$ – номинальный фазный ток статора;

r_2' - приведенное к статорной цепи активное сопротивление обмотки фазы ротора:

$$r_2' = s_{ном} \cdot \left(\frac{3 \cdot U_{1ном}^2}{2 \cdot M_{ном} \cdot \omega_{1ном}} - r_1 \right) + s_{ном} \cdot \sqrt{\left(\frac{3 \cdot U_{1ном}^2}{2 \cdot M_{ном} \cdot \omega_{1ном}} - r_1 \right)^2 - r_1^2 - x_k^2}; \quad (4)$$

x_1 - индуктивное сопротивление обмотки фазы статора и x_2' - приведенное к статорной цепи индуктивное сопротивление обмотки фазы ротора:

$$x_1 \approx x_2' = \frac{x_k}{2}, \quad (5)$$

$$x_k = \sqrt{\left(\frac{3 \cdot U_{1ном}^2}{2 \cdot \omega_{1ном} \cdot M_{мах}} - r_1 \right)^2 - r_1^2}, \quad (6)$$

где $\omega_{1ном} = 2 \cdot \pi \cdot n_0 / 60$ - это номинальная угловая скорость магнитного поля статора;

x_0 - индуктивное сопротивление намагничивающей цепи:

$$x_0 = \frac{E_{1ном}}{I_\mu}. \quad (7)$$

Также была посчитана векторная система регулирования электропривода для дальнейшей разработки модели системы частотно-регулируемого асинхронного двигателя с векторной системой управления [5].

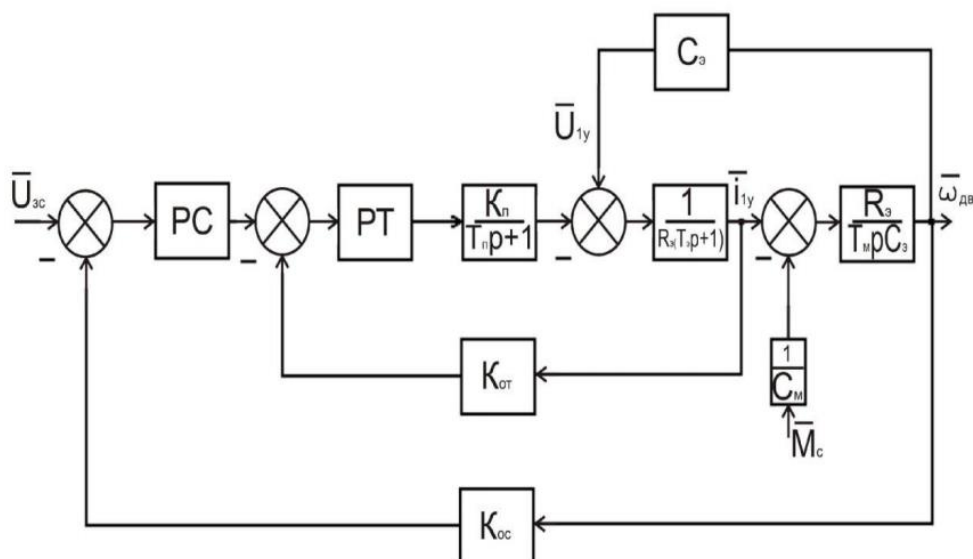


Рисунок 2. Структурная схема системы векторного регулирования координат частотно-регулируемого асинхронного двигателя

С учетом структурной схемы электропривода, состоящей из асинхронного электродвигателя со стабилизацией потокосцепления ротора, изображенной на рисунке 2, была составлена блок-схема модели, разработанной в программе Matlab Simulink [1]. В модель частотно-регулируемого асинхронного двигателя с векторной системой управления мною были подставлены все необходимые исходные и расчетные данные, такие как:

ω – угловая скорость вращения ротора (рад/с);

$k_{p.c.}$ – коэффициент регулятора скорости;

$T_{o.c.}, T_i$ – постоянные;

T_n – постоянная времени;

k_n – коэффициент усиления;

L_σ – эквивалентная индуктивность;

R_σ – эквивалентное активное сопротивление;

c_m, c_e – механический и электрический коэффициенты;

J_d – момент инерции ротора (кгм²).

На рисунке 3 приведена блок-схема модели электропривода частотно-регулируемого асинхронного двигателя.

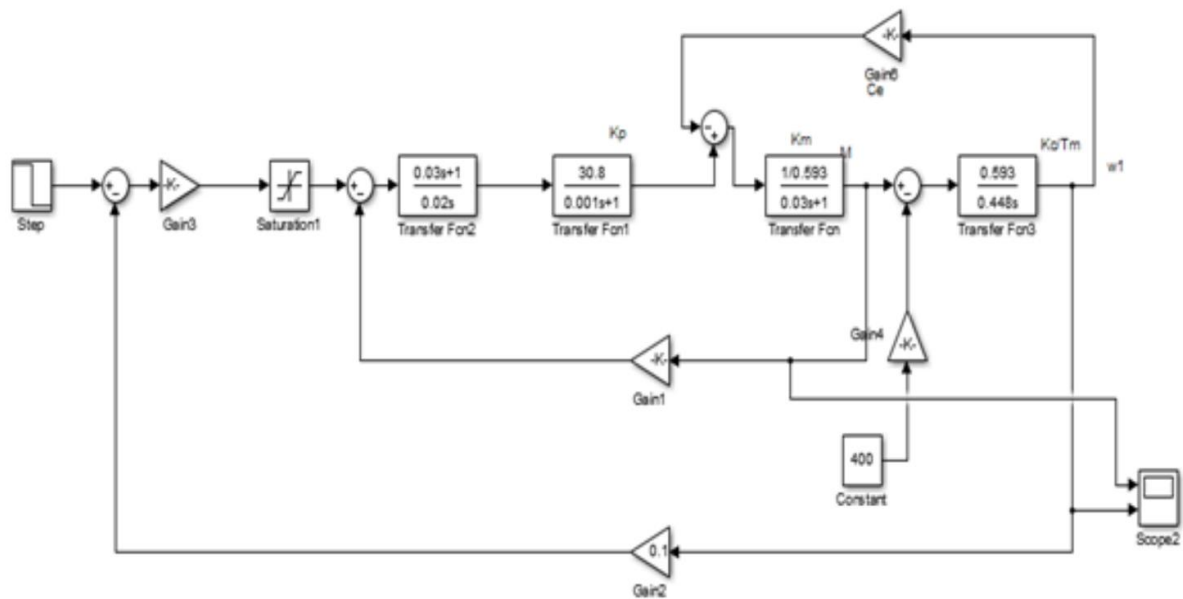


Рисунок 3. Блок-схема модели электропривода частотно-регулируемого асинхронного двигателя

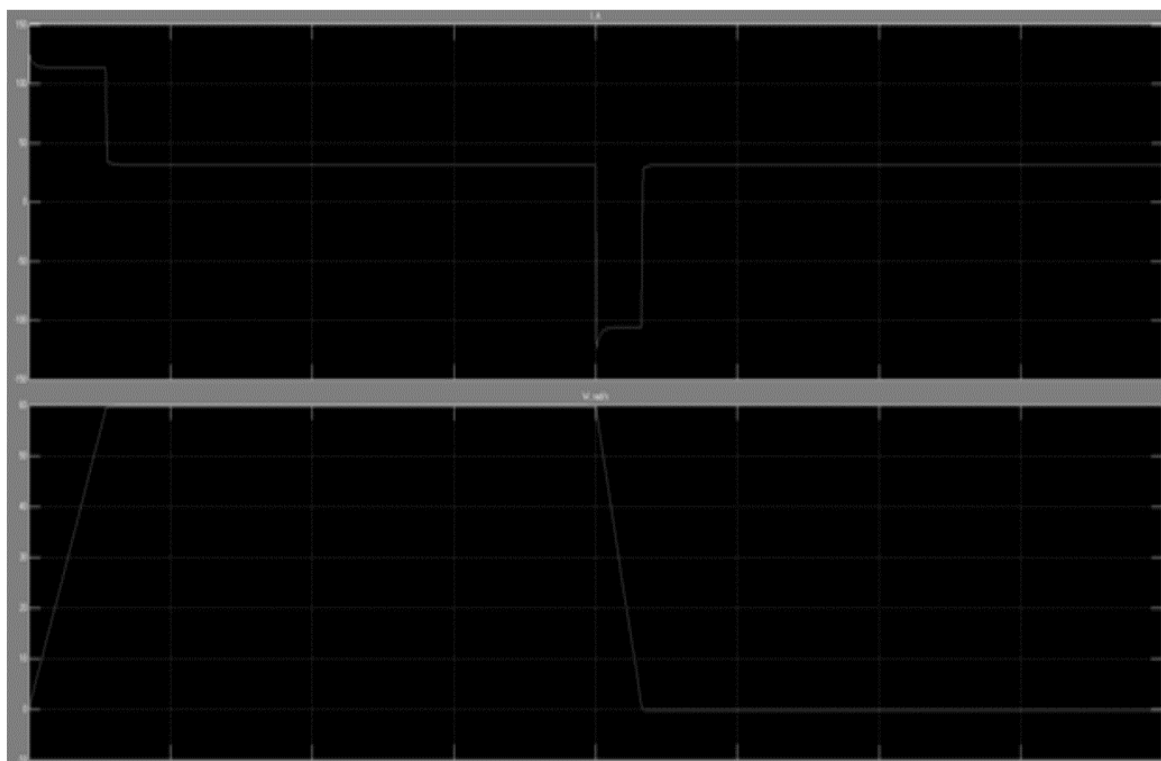


Рисунок 4. Переходные процессы в частотно-регулируемом электроприводе с векторной системой управления

Исходя из блок-схемы модели электропривода частотно-регулируемого асинхронного двигателя были построены переходные процессы в частотно-

регулируемом электроприводе с векторной системой управления, которые показаны на рисунке 4.

Следует заметить, что переходные процессы плавные, следовательно, предложенная система управления может рассматриваться в качестве установки для карусельно-разливочной машины. При помощи модели электропривода частотно-регулируемого асинхронного двигателя были определены статические характеристики частотно-регулируемого электропривода с векторным управлением. Данные характеристики представлены на рисунке 5.

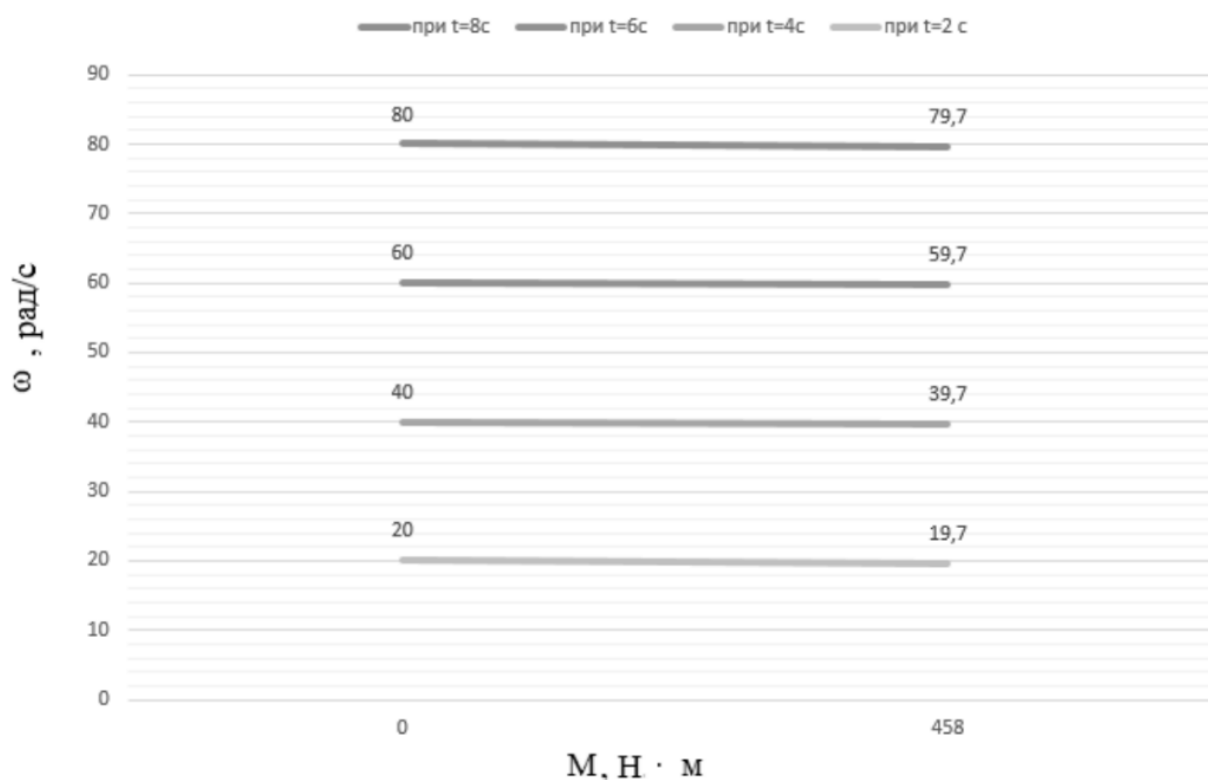


Рисунок 5. Статические характеристики частотно-регулируемого электропривода с векторным управлением

Вывод

В данной статье рассмотрен вопрос повышения энергоэффективности и экономии энергоресурсов медеплавильного завода Республики Казахстан за счет внедрения автоматизированного электропривода карусельно-разливочной машины, а именно, подключение частотно-регулируемого асинхронного двигателя к карусельно-разливочной машине, чтобы добиться повышения производительности за счет сокращения цикла работы при сохранении качества

работы механизма), а также, чтобы оптимизировать работу электропривода, который работает в повторно-кратковременном режиме с частыми пусками в момент розлива в карусельно-разливочную машину, сделать пуски более плавными, без рывков и дрожаний, во избежание выплескивания жидкого металла. Пуск карусельно-разливочной машины стал плавным. Результатом этого является устранение явления расплескивания материала.

Библиографический список:

1. Ляхомский А.В., Фащиленко В.Н. Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства. Часть 1. Автоматизированный электропривод механизмов циклического действия: Учебное пособие. – М.: Издательство «Горная книга», 2014. – 477 с.
2. Маннер К. Инструкция по обслуживанию анодо-разливочного оборудования. – Финляндия.: Издательство «Outocumpru», 1998. – 19 с.
3. Денисов В.А. Электроприводы переменного тока с частотным управлением. Учебное пособие. - Ст. Оскол: Издательство «ГНТ», 2013. - 164 с.
4. Москаленко В. В. Системы автоматизированного управления электропривода. – Вологда: Издательство «Инфра-Инженерия», 2016. – 208 с.
5. Васильев Б.Г. Электропривод. Энергетика электропривода: Учебник. - М.: Солон-пресс, 2015. - 268 с.