

**УДК 62-83 (075.8)**

К.Н. НЕГОДИН, студент гр. 5Г2А (НИ ТПУ)  
Научный руководитель Н.В. КОЯИН, к.т.н., доцент (НИ ТПУ)  
г. Томск

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ШНЕКОВОГО ПИТАТЕЛЯ**

Шнековый питатель сырого угля [1] относится к группе механизмов длительного режима работы с постоянной нагрузкой и небольшим диапазоном регулирования скорости. Для целей модернизации существующих нерегулируемых асинхронных или регулируемых постоянного тока электроприводов шнековых питателей целесообразно применение частотно-регулируемого асинхронного электропривода с простейшим скалярным управлением [2, 3]. При этом необходимо обеспечить повышенный пусковой момент, плавность протекания пуско-тормозных режимов и защиту двигателя и преобразователя по току, а механизма по моменту при больших перегрузках.

В качестве электропривода шнекового питателя применён частотно-регулируемый электропривод с асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором типа АИР160М4 и преобразователем частоты 3G3RV-A4185 компании Omron. Двукратный пусковой момент электродвигателя достигнут корректировкой вольт-частотной характеристики в области малых частот преобразователя. Плавность протекания пуско-тормозных режимов достигается установкой задатчика интенсивности скорости с S-образной выходной характеристикой на входе системы управления электропривода. Задатчик скорости такого типа формирует изменения скорости двигателя в пуско-тормозных режимах с ограниченными значениями ускорения и рывка. Это значит, что в пуско-тормозных режимах электропривода будет ограничиваться значение тока двигателя и скорости его изменения. Однако фактическое значение тока двигателя будет зависеть от величины статического момента и характера нагрузки, а также от конкретного вида пуско-тормозного режима.

При больших статических нагрузках значение максимального тока электродвигателя будет определяться значением статического момента нагрузки. Большие перегрузки для шнекового питателя являются аварийными режимами. В аварийных режимах производственного механизма необходимо ограничить величину максимального тока двигателя на время срабатывания защиты. В электроприводах со скалярным управлением для ограничения тока на допустимом уровне предусматривается система огра-

ничения тока, представляющая собой контур регулирования тока с датчиком тока и регулятором ограничения тока.

Функциональная схема частотно-регулируемого асинхронного электропривода шнекового питателя с ограничением тока приведена на рис. 1. Ограничение тока электропривода на уровне допустимого  $I_{\text{ЭП.макс}}$  достигается с помощью отрицательной обратной связи по фазному току статора двигателя  $I_{1\phi}$ , действующей на вход управления напряжением инвертора. Поскольку в этом случае частота питающего напряжения остается неизменной, напряжение, момент и скорость двигателя быстро уменьшаются до полного останова двигателя.

Для оптимизации контура ограничения тока электропривода необходимо знать передаточную функцию системы преобразователь частоты – асинхронный электродвигатель по каналу управления напряжением преобразователя. Если пренебречь влиянием относительно медленно протекающих механических процессов в электроприводе, то систему преобразователь – двигатель в контуре ограничения тока можно описать следующей передаточной функцией

$$W_{\text{пч-ад}}(p) = \frac{\Delta I_{1\phi}(p)}{\Delta U_1(p)} = \frac{k_{iu}}{(T_i \cdot p + 1) \cdot (T_s \cdot p + 1)},$$

где  $k_{iu} = \frac{1}{R_s}$  – коэффициент передачи по каналу управления, В/А.

Оптимизация контура ограничения тока с ПИ-регулятором по МО осуществляется по типовой методике [2]:

$$k_{\text{рту}} = \frac{T_s}{k_{iu} \cdot k_T \cdot a_T \cdot (T_{\text{мтп}} + T_{\text{мто}})},$$

– коэффициент усиления регулятора тока;

$T_{\text{рТ}} = T_s$  – постоянная времени регулятора тока, с;

$a_T = 2$  – коэффициент оптимизации.

Исследования электропривода питателя в режимах большой перегрузки проводились методом имитационного моделирования в среде MATLAB [4]. На рис. 2 приведены графики переходных процессов скорости вращения  $\omega_{\text{дв}}(t)$ , электромагнитного момента  $M_{\text{дв.эм}}(t)$  и действующего значения фазного тока статора  $I_{1\phi}(t)$  двигателя, полученные в режимах медленно и быстро протекающей перегрузки по моменту статической нагрузки  $M_c(t)$ .

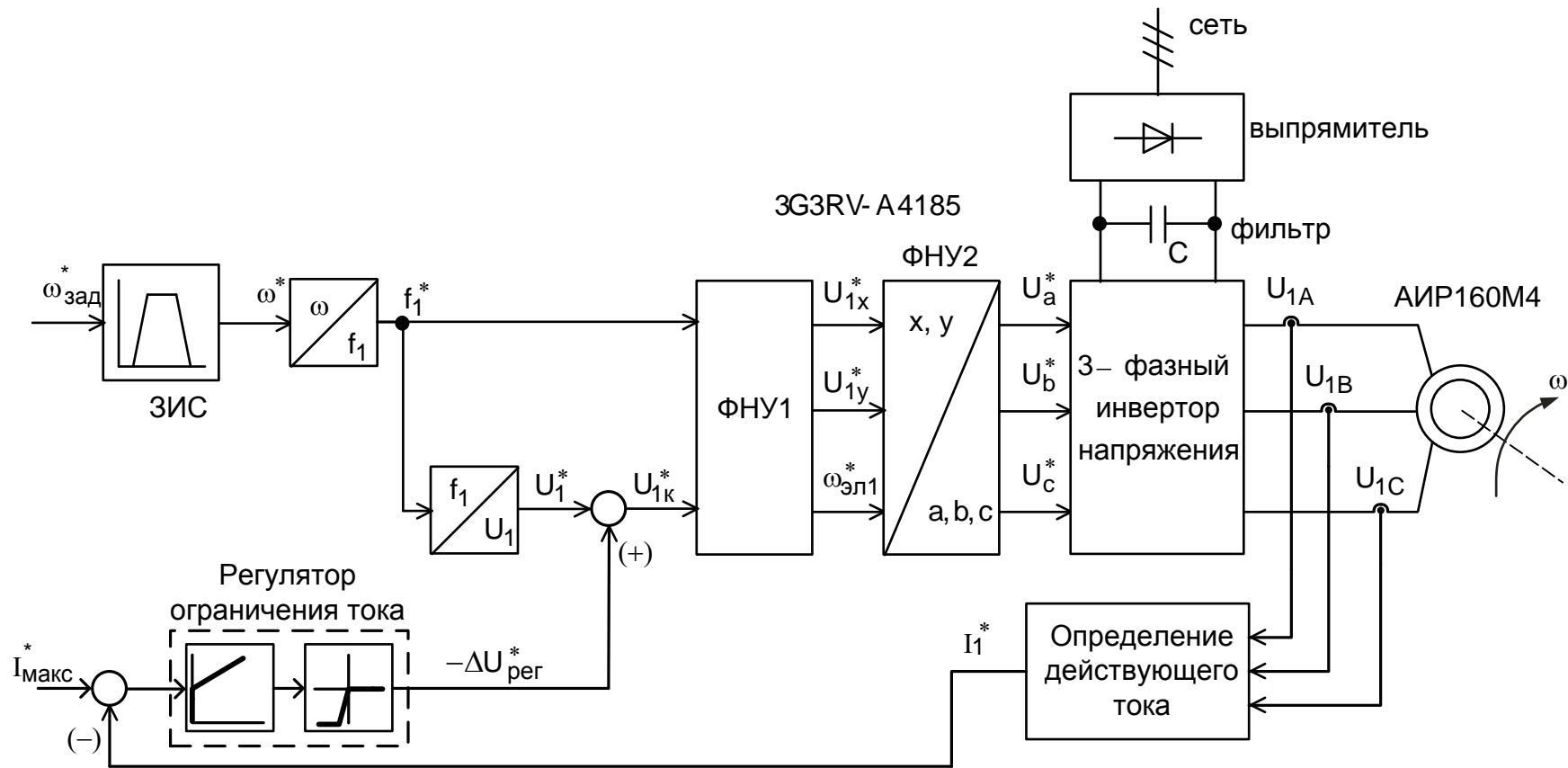
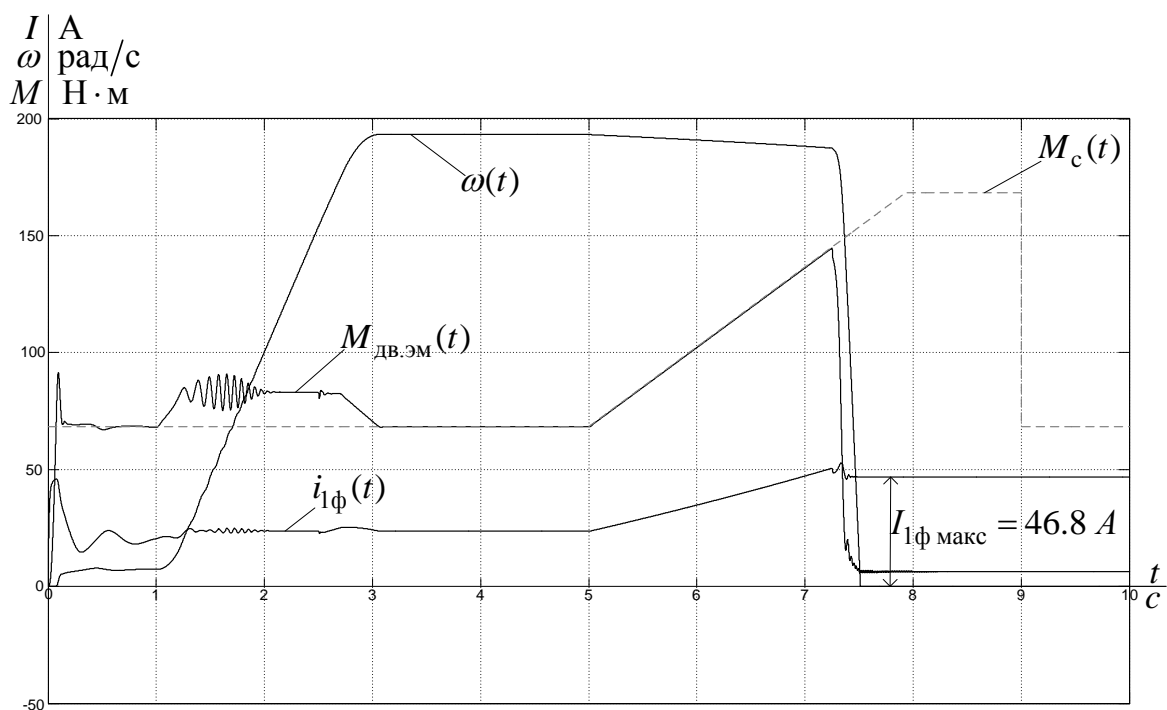
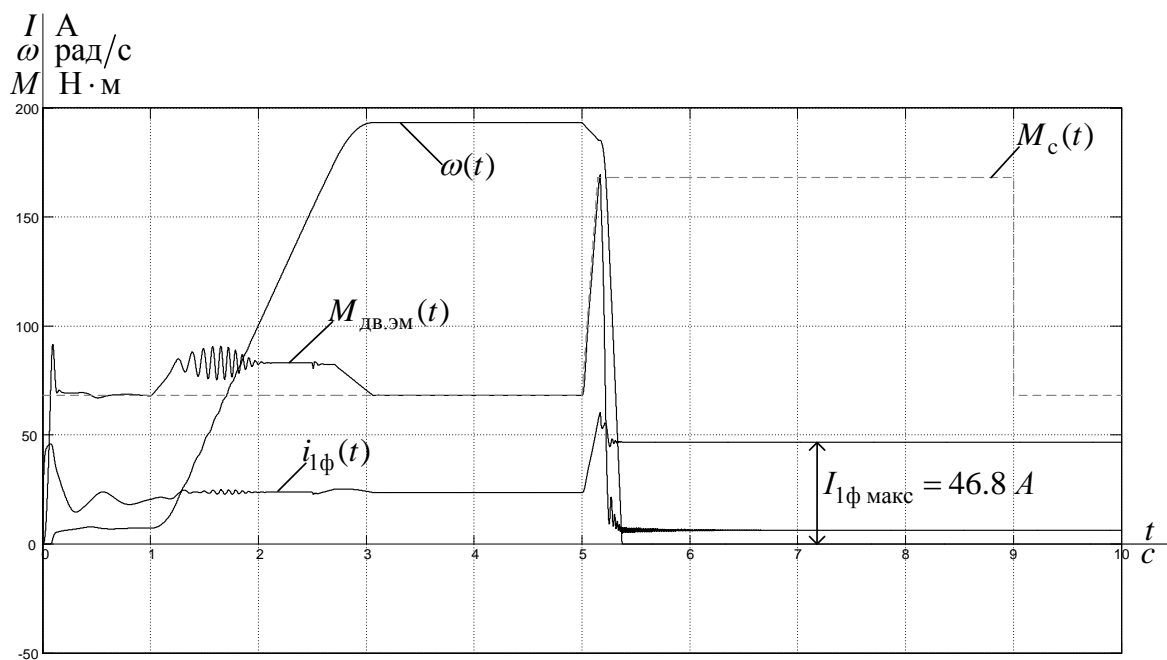


Рис. 1. Функциональная схема частотно-регулируемого асинхронного электропривода питателя



*a*



*б*

Рис. 2. Графики переходных процессов  $M_c(t)$ ,  $M_{дв.эм}(t)$ ,  $\omega(t)$ ,  $I_{1\phi}(t)$  в электроприводе питателя при перегрузке по моменту: *a* – плавное изменение  $M_c(t)$ , *б* – быстрое изменение  $M_c(t)$

По результатам проведенных исследований на имитационной модели частотно-регулируемого асинхронного электропривода питателя с системой ограничения тока при перегрузке механизма можно сделать следующие выводы:

- ограничение тока уменьшением напряжения преобразователя возможно, как в первой, так и во второй зонах регулирования скорости;
- обратная связь по каналу управления напряжением инвертора может иметь постоянную настройку во всем диапазоне регулирования скорости;
- при исчезновении перегрузки двигатель вновь не запускается.

#### Список литературы:

1. Вахонин, А.И. Электропривод шнекового питателя: Электромеханика, электротехника и электротехнологии. Труды IX региональной научно-практической студенческой конференции: в 2-х томах – Томск, 2-5 июня 2009. – Томск: ТПУ, 2009 – т. 2. – 256 с.

2. Удут, Л.С. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Ч. 8. Асинхронный частотно-регулируемый электропривод: учебное пособие / Л.С. Удут, О.П. Мальцева, Н.В. Кояин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 648 с.

3. Чернышев, А.Ю. Электропривод переменного тока: учебное пособие / А.Ю. Чернышев, Ю.Н. Дементьев, И.А. Чернышев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 210 с.

4. Терехин, В.Б. Компьютерное регулирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink: учебное пособие / В.Б. Терехин, Ю.Н. Дементьев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 307 с.