

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НАВИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Путем исследований на опытной установке частотно-регулируемого электропривода навивающего устройства получены зависимости изменения радиуса и угловой скорости навоя от времени навивания и изменения тока приводного двигателя от напряжения при росте радиуса поковки. Эти зависимости явились основой для построения системы автоматического управления такими электроприводами.

Шляхом дослідження дослідної установки частотного електропривода пристрою, що навиває, отримані залежності зміни радіуса та кутової швидкості навою від часу навивання і зміни струму приводного двигуна від напруги при зростанні радіусу кованики. Ці характеристики є основою для побудови системи автоматичного керування такими електроприводами.

By researches of skilled installation of the frequency-adjustable electric drive of the device we have dependences of change of radius and angular speed we have from time of weave and changes of a current the drive engine from a pressure of a feed are received at growth of radius fording. These characteristics were a basis for construction of system of automatic control by such electric drives.

Навивающие устройства широко распространены в текстильной (для шлихтовальных машин), в бумагоделательной (для механизмов накатов), в электротехнической и радиотехнической (для намотки ленточных магнитопроводов, конденсаторов и катушек) и др. отраслях промышленности, где к процессу навивания предъявляются жесткие требования по формированию качественных многослойных покровов больших размеров при сохранении физико-механических свойств навиваемого материала. Эти требования удовлетворяются автоматизированными электроприводами постоянного тока. Для замены двигателей постоянного тока асинхронными с частотным регулированием необходимо провести исследование их электромеханических характеристик в системе навивающих устройств. Основные результаты таких исследований и их реализация в виде функциональной схемы применительно для шлихтовальной машины изложены в данной работе.

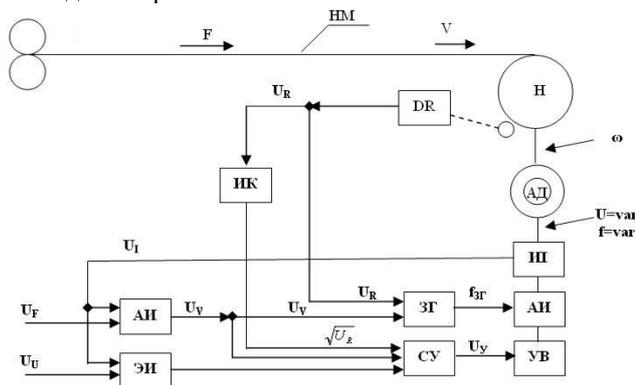


Рис.1. Функциональная схема системы управления навивания

Исследование велось на примере навивающего устройства шлихтовальной машины. Функциональная схема её системы управления приведена на рис.1.

Сложность с точки зрения регулирования скорости вращения механизма навоя Н заключается в том, что в нем с увеличением радиуса навивки

$$\rho = \frac{R}{R_0} = \sqrt{\alpha t + 1}, \quad (1)$$

и при поддержании постоянными линейной скорости V и натяжения F навиваемого материала необходимо изменять угловую скорость навоя

$$\Omega = \frac{\omega}{\rho} = \frac{1}{\rho}, \quad (2)$$

где R_0 и R – начальное и текущее значение радиуса навивки; $\alpha = K \cdot h \cdot V / R_0^2$ – расчетная величина; K – коэффициент уплотнения; h – толщина материала; ω_0 и ω – начальная и текущая скорости вращения; t – время навивания.

Реализовать условие (2) с большой точностью с помощью датчика радиуса DR и линейной системы регулирования (как это делается в современных машинах) не представляется возможным, ибо темпы нарастания радиуса (производная от функции (1) по времени)

$$\rho' = \frac{\alpha}{2\sqrt{\alpha t + 1}}, \quad (3)$$

и спадание угловой скорости (производная от функции (2) по времени)

$$\Omega' = -\frac{\alpha}{2\sqrt{(\alpha t + 1)^3}}, \quad (4)$$

разные. Это несоответствие подтверждают кривые $\rho(t)$ и $\Omega(t)$ на рис.2, полученные экспериментальным путем на машине ШКВ-140, где по оси ординат отложены в относительных единицах значения радиуса и угловой скорости, а по оси абсцисс – время в минутах.

На том же рисунке показана желаемая кривая $\rho(t)_ж$, в соответствии с которой должен изменяться сигнал управления от датчика радиуса.

В разработанной системе (рис.1) условие (2) достигается при помощи специального задающего генератора ЗГ, настроенного так, чтобы выходная частота его $f_{ЗГ}$ и частота f автономного инвертора АИ изменялись пропорционально отношению U_V/U_R , где U_V – входной сигнал по линейной скорости, а U_R – сигнал от датчика радиуса.

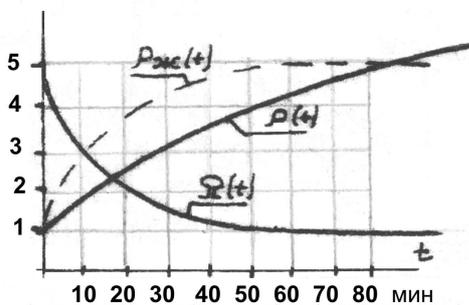


Рис.2. Экспериментальные данные процесса навивания

Для непосредственного поддержания натяжения F в системе регулирования предусмотрена обратная связь по току I двигателя, которая выполнена при помощи измерителя тока (ИИ – рис.1) и адаптивной цепочки (АЦ) [2]. Это объясняется тем, что момент нагрузки $M_H = F \cdot R$ и электромагнитный момент двигателя $M = K_M \cdot I$ уравниваются. Тогда

$$F = K_M \frac{I}{R}, \quad (5)$$

где K_M – коэффициент пропорциональности.

Адаптивная цепочка реализует астатический закон регулирования. На вход ее подается задание по натяжению U_F и сигнал обратной связи по току U_I .

Питающее напряжение АД регулируется двумя каналами. По первому каналу сигнал U_R через блок, извлекающий корень ИК, суммирующий усилитель СУ и управляемый выпрямитель УВ выполняет закон оптимального регулирования [1]:

$$\frac{U}{U_H} = \frac{f}{f_H} \cdot \sqrt{\frac{M}{M_H}} = \frac{f}{f_H} \cdot \rho, \quad (6)$$

где U_H ; f_H ; M_H – номинальные значения напряжения, частоты и момента; U ; f ; M – текущие значения этих же величин.

По второму каналу осуществляется поддержание минимального значения тока двигателя при помощи обратной связи по току U_I и экстремального искателя ЭИ.

На рис.3 в пространственных координатах показана зависимость тока I от напряжения двигателя в процессе изменения радиуса навоя. Она получена экспериментальным путем на опытной установке.

Таким образом, показано, что использование асинхронного электропривода при частотном регулировании для приводов навивающих устройств является возможным и целесообразным, если изменение частоты и питающее двигатель напряжение возложить на автоматическую систему оптимального управления.

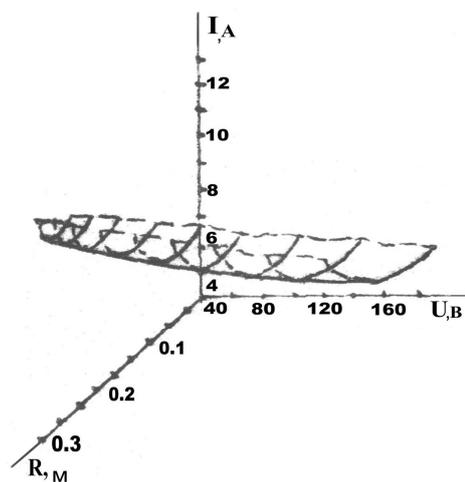


Рис.3. Зависимость тока I от напряжения U двигателя в процессе изменения радиуса R навоя

Список использованной литературы

1. Булгаков А.А. Частотное управление асинхронными двигателями / А.А. Булгаков – М.: Энергоиздат, 1982. – 216 с.
2. Якимчук Г.С. Двухзвенное регулирование скорости электропривода навивающего устройства при частотном управлении / Г.С. Якимчук, П.А. Крупица // Электромашинобуд. та електрообладн. – 2006. – Вип. 66. – С. 128-129.

Получено 15.07.2011



Якимчук Георгий Сергеевич, канд.техн.наук, проф. каф. технической кибернетики Херсонского нац. техн. ун-та



Кириллов Олег Леонидович, канд.техн.наук, ст.преп. каф. электротехники Херсонского нац. техн. ун-та



Якимчук Сергей Георгиевич, аспирант Херсонского нац. техн. ун-та