

Рис. 4. Экспериментальные (•••) и аналитические (—) зависимости выбега синхронных двигателей в соответствии с осциллограммами опытов, приведенными на рис. 3: а –  $k_3/T_j = -0.667 \text{ c}^{-1}$ , б –  $k_3/T_j = 0.517 \text{ c}^{-1}$ , в –  $k_3/T_j = 0.118 \text{ c}^{-1}$ , г –  $k_3/T_j = 0.239 \text{ c}^{-1}$ .

Результаты опытов свидетельствуют о том, что для прогнозирования моментов времени переключения на резервное питание по критерию допустимого угла включения  $\delta_{дон}$  необходимо измерить величины  $f_0$  и  $\varepsilon_0$  при помощи быстродействующих датчиков и по (7) вычислить искомые промежутки времени, удовлетворяющие значениям угла  $\delta_{дон} = 0 - 0.5\pi$ ;  $1.5\pi - 2.5\pi$ ;  $3.5\pi - 4.5\pi$ .

### СКОРОСТНОЙ ФИЛЬТР С УПРАВЛЕНИЕМ ПО ВХОДУ

Л. Г. Чубриков, Т. Л. Романькова

Гомельский государственный технический университет  
им. П. О. Сухого, Республика Беларусь

Как известно, в скоростных фильтрах с переменной скоростью настройки управление крутизной характеристики СХ осуществляют в зависимости от напряжения  $u_{вс}$  на выходе фильтра верхних скоростей [1]. Нередко бывает выгоднее управлять крутизной скоростной характеристики в зависимости от величины входного напряжения  $u_{вх}$ , например, для некоторого предварения.

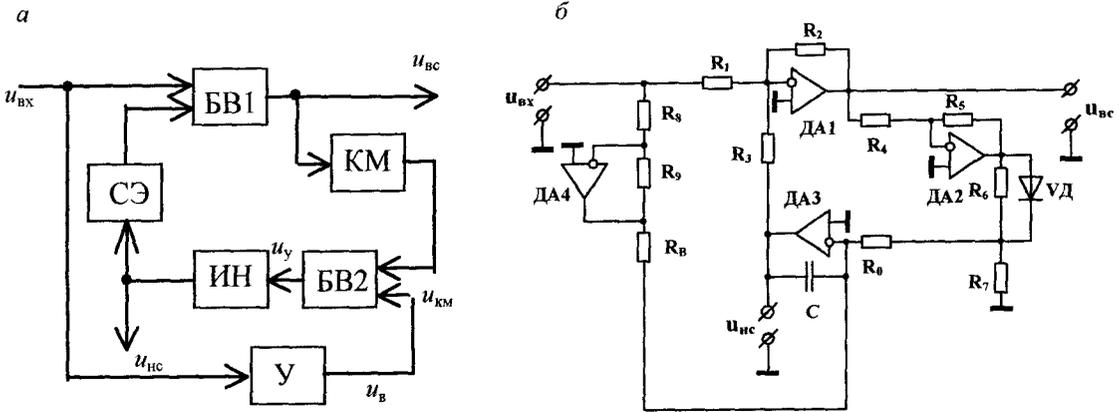


Рис. 1. Скоростной фильтр с управлением по входу: а – блок-схема, б – электрическая схема.

На рис. 1 а приведена блок-схема фильтра с управлением крутизной СХ по входу, а на рис. 1 б показан один из вариантов электрической схемы.

При отсутствии полезного сигнала  $u_c$ , то есть, когда  $u_{вх} = u_n$ , где  $u_n$  – напряжение помехи, фильтр обрабатывает помеху  $u_n$  со скоростью

$$V_{\phi 0} = K_1 u_{км} - K_3 K_y U_{л\max}, \quad (1)$$

где  $K_1, K_3$  – как в [1], а  $K_y = \frac{u_b}{u_{вх}}$ .

При появлении полезного сигнала  $u_c$  скорость  $V$  изменения  $u_{вх}$  оказывается больше  $V_{\phi 0}$ , фильтр не успевает компенсировать  $u_{вх}$  и появляется напряжение  $u_{вс}$ . Одновременно увеличивается напряжение  $u_b$ , которое уменьшает скорость обработки фильтра

$$V_{\phi} = V_{\phi 0} - K_3 K_y u_c, \quad (2)$$

в результате чего крутизна СХ увеличивается. При этом

$$u_{вс, i+1} = K \left[ u_{вх}(t_{i+1}) - V_{\phi 0} t_{i+1} + K_3 K_y \Delta t \left( \sum_{j=1}^i u_{c_j} + \frac{u_{c_{i+1}}}{2} \right) \right], \quad (3)$$

$$u_{нс, i+1} = K \left[ u_{вх}(t_0) + \frac{V_{\phi 0}}{V_{i+1}} u_{вх}(t_{i+1}) - K_3 K_y \Delta t \left( \sum_{j=1}^i u_{c_j} + \frac{u_{c_{i+1}}}{2} \right) \right], \quad (4)$$

где  $\Delta t$  – шаг квантования по времени.

Фильтр с управлением по входу был исследован на математической и на физической моделях. Был произведен расчет временных диаграмм напряжений  $u_{нс}$  и  $u_{вс}$  для  $u_{вх} = 10 \sin \omega t$  (полусинусоиды) при  $V'_{\phi 0} = 4,78$  В/рад и  $V''_{\phi 0} > 10$  В/рад. По результатам расчета построены временные диаграммы напряжений  $u_{нс}$  и  $u_{вс}$ , показанные на рис. 3, а также нормированные скоростные характеристики на рис. 4 для различных значений коэффициента регулирования  $\xi$ .

Скоростной фильтр с управлением по входу был собран в макетном исполнении с параметрами, аналогичными параметрам математической модели, использованной в расчетах. В качестве входного напряжения также использована полусинусоида  $u_{вх} = 10 \cdot \sin \omega t$ . Наблюдения и измерения осуществлялись при помощи двухканального

осциллографа С1–93. По результатам экспериментальных исследований построены временные диаграммы напряжений  $u_{нс}$  и  $u_{вс}$  на рис. 5 и скоростные характеристики ФНС и ФВС на рис. 6. Так как способ регулирования крутизны СХ такой же, как и в фильтрах [1], то СХ фильтра с управлением по входу также имеет гистерезис. На рис. 6 показаны только обратные ветви гистерезиса, полученные в эксперименте, как и в расчете на рис. 4.

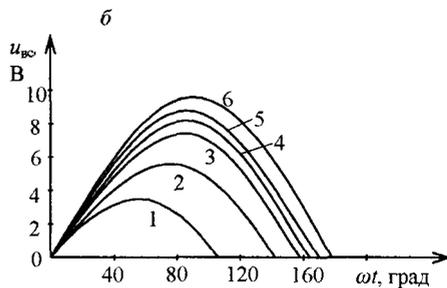
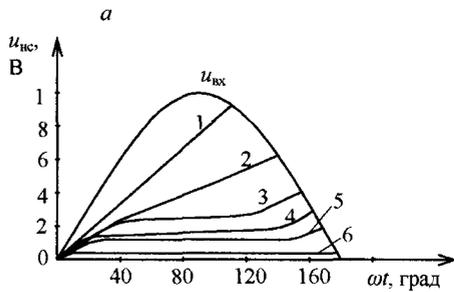


Рис. 3. Временные диаграммы напряжений: а – ФНС, б – ФВС; 1 –  $\xi=0$ , 2 –  $\xi=0,068$ , 3 –  $\xi=0,1$ , 4 –  $\xi=0,138$ , 5 –  $\xi=0,2$ , 6 –  $\xi=0,68$ .

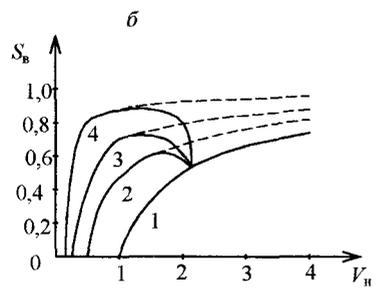
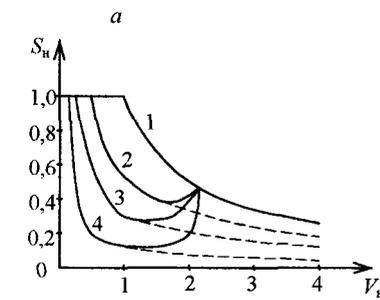


Рис. 4. Нормированные СХ: а – ФНС, б – ФВС; 1 –  $\xi=0$ , 2 –  $\xi=0,068$ , 3 –  $\xi=0,1$ , 4 –  $\xi=0,2$ .

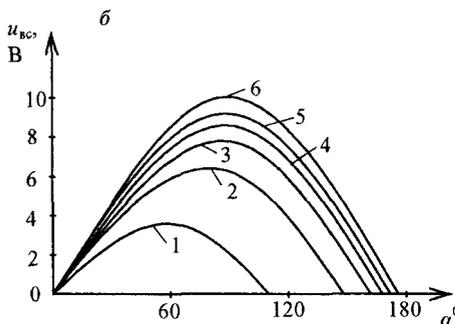
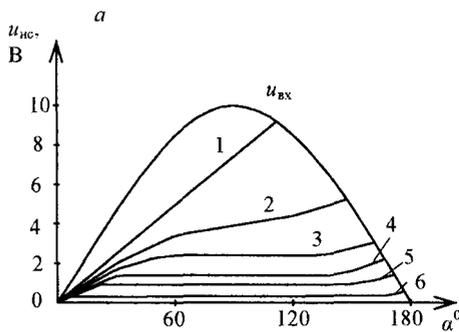


Рис. 5. Временные диаграммы напряжений: а – ФНС, б – ФВС; 1 –  $\xi=0$ , 2 –  $\xi=0,068$ , 3 –  $\xi=0,1$ , 4 –  $\xi=0,138$ , 5 –  $\xi=0,2$ , 6 –  $\xi=0,68$ .

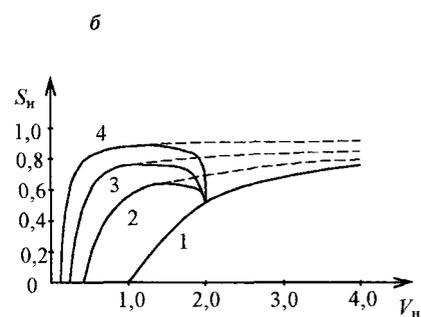
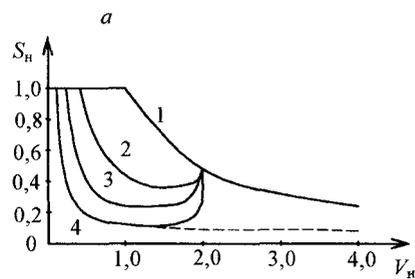


Рис. 6. Нормированные СХ при управлении по входу: а – ФНС, б – ФВС; 1 –  $\xi=0,2$ , 2 –  $\xi=0,068$ , 3 –  $\xi=0,1$ , 4 –  $\xi=0,2$ .

Как показывают исследования, фильтры с управлением крутизной СХ по  $u_{\text{вс}}$  во многих случаях предпочтительны. Однако в ряде случаев, например, при использовании скоростных фильтров в устройствах обнаружения одиночных сигналов на фоне больших помех преимущество может оказаться у фильтров с управлением по входу.

### Литература

1. Чубриков Л.Г. Скоростные фильтры сигналов: Материал НТК "Современные методы обработки сигналов в системах измерения, контроля, диагностики и управления". – Минск, 1995. – С.88–91.

## МНОГОКОНТУРНЫЕ ЗАМКНУТЫЕ БЕЗРЕДУКТОРНЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ

С. А. Грачев

Гомельский государственный технический университет  
им. П. О. Сухого, Республика Беларусь

Для получения высокоточных электроприводов периодического движения вводят обратные связи по регулируемым параметрам, т.е. строят многоконтурные замкнутые электроприводы. В случае балансной синусоидальной частотной модуляции статорные напряжения двухфазного АД можно представить в следующем виде:

$$u_{\alpha s} = U_{m1} \cos \left[ \omega \int \cos(\Omega t + \alpha_1) dt + \beta_1 \right], \quad u_{\beta s} = U_{m2} \sin \left[ \omega \int \cos(\Omega t + \alpha_1) dt + \beta_1 \right]. \quad (1)$$

Причем, изменение  $U_{m1}$  или  $U_{m2}$  приведет к изменению амплитуды периодических движений вала АД, регулированием же  $\Omega$  можно управлять частотой периодических движений.

Структурная схема электропривода, реализующая (1), изображена на рис. 1.

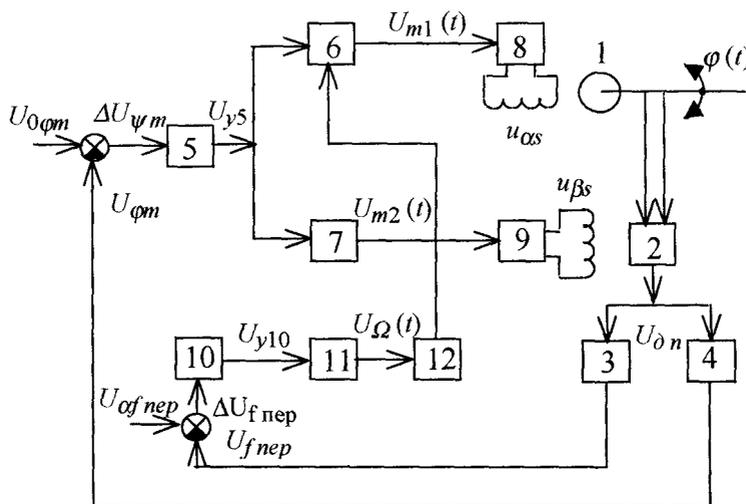


Рис. 1

В ней имеются два замкнутых контура регулирования частотой и амплитудой периодических движений, построенных по принципу модуляции-демодуляции. Вал двигателя 1 через датчики положения 2 соединен с измерителями частоты 3 и амплитуды 4 угла периодических движений  $\varphi(t)$ . Их выходные напряжения  $U_{f\text{nep}}$  и  $U_{\varphi m}$ , пропорциональные, соответственно, частоте  $f_{\text{nep}}$  и амплитуде  $\varphi_m$  периодических движений вала АД, сравниваются с задающими напряжениями  $U_{of\text{nep}}$  и  $U_{ofm}$ . После усиления в блоке 5 сигнал рассогласования по амплитуде периодических движений  $\Delta U_{\varphi m}$  поступает на амплитудные модуляторы 6 и 7, опорные сигналы которых создаются двухфазным (синусо-