

УДК 674.093

А.Е. Алексеев, В.М. Волков, С.В. Петухов

Алексеев Александр Евгеньевич родился в 1958 г., окончил в 1980 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор кафедры технологии конструкционных материалов и машиностроения Архангельского государственного технического университета. Имеет свыше 150 научных трудов в области лесопиления.



Волков Владимир Михайлович родился в 1950 г., окончил в 1972 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой электроснабжения промышленных предприятий Архангельского государственного технического университета, академик Академии проблем качества РФ. Имеет более 100 научных работ в области электроэнергетики.



Петухов Сергей Васильевич родился в 1959 г., окончил в 1993 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, проректор по административно-хозяйственной работе, директор центра энергосбережения, ст. преподаватель кафедры ЭПП Архангельского государственного технического университета. Область научных интересов – конструирование систем позиционирования деревообрабатывающего оборудования.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИВОДА МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ УЗЛА РЕЗАНИЯ ОДНОПИЛЬНОГО ТОРЦОВОЧНОГО СТАНКА**

Приведен метод определения технологических параметров линейного привода механизма перемещения узла резания однопильного круглопильного торцовочного станка с подвижным суппортом, совершающим прямолинейное возвратно-поступательное движение по направляющим.

Ключевые слова: круглопильный торцовочный станок, подвижный суппорт, механизм прямолинейного перемещения, линейный привод.

Повышение надежности узла торцевания пиломатериалов линейного привода механизма перемещения пильного суппорта исключением промежуточных звеньев между механизмами подачи и главного движения требует необходимость разработки методики расчета его силовых электромеханических характеристик.

Применение линейного привода в торцовочных устройствах позволяет значительно упростить конструкцию станка, снизить металлоемкость устройства и обеспечивает возможность повышения эффективности процесса торцевания пиломатериалов.

При согласовании электромеханических характеристик цилиндрического линейного асинхронного двигателя (ЦЛАД) электропривода с характеристиками исполнительного механизма в процессе торцевания пиломатериалов учету подлежат как силовые, так и технологические параметры движения механизма перемещения узла резания.

Ранее нами [1] были определены технологические параметры движения механизма перемещения узла резания при пилении пиломатериалов на однопильном круглопильном станке, а также привода механизма перемещения узла резания. Для согласования механических характеристик двигателя линейного электропривода с характеристиками исполнительного механизма при торцевании пиломатериалов предложены зависимости углов входа и выхода зубьев пилы из зоны пропила древесины и изменения угла резания от величины перемещения вторичного элемента. Полученные зависимости позволяют определять технологические параметры привода механизма перемещения узла резания с линейным двигателем.

Цель данной статьи – обосновать технологические параметры механизма перемещения узла резания с линейным приводом круглопильного станка с подвижным суппортом.

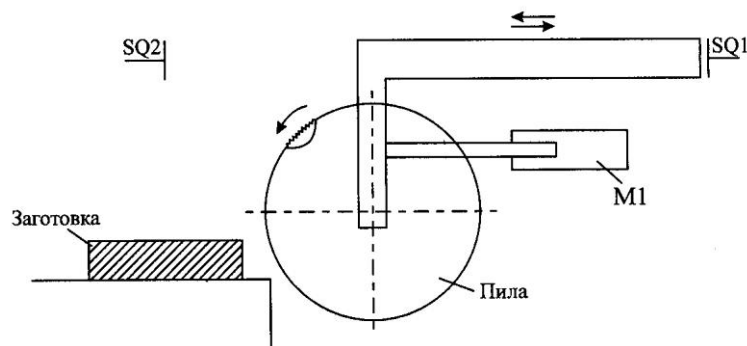


Рис. 1. Структурно-технологическая схема привода пилы торцовочного станка

Структурно-технологическая схема компоновки прямолинейного линейного привода узла резания однопильного круглопильного торцовочного станка приведена на рис. 1. При нажатии кнопки «ПУСК» включается цилиндрический линейный асинхронный двигатель М1 привода пилы торцовочного станка, который перемещает ее на заготовку. При этом освобождается конечный выключатель SQ1. После распиливания доски привод пилы нажимает на конечный выключатель SQ2. Затем линейный асинхронный двигатель реверсируется и пила начинает перемещаться в обратную сторону

(холостой ход). Заняв исходное положение, пила воздействует на конечный выключатель SQ1. При этом линейный асинхронный двигатель выключается и пила останавливается.

Решение численным методом дифференциального уравнения движения вторичного элемента [1] линейного асинхронного двигателя при наличии переменной нагрузки, зависящей от перемещения x , сводится к следующему.

Согласно [2], дифференциальное уравнение движения вторичного элемента линейного электропривода механизма перемещения узла резания однопильного круглопильного торцовочного станка имеет следующий вид:

$$\left(\frac{S(x)}{m} + x''\right)(A(x')^2 - Bx' + c) - D(V - x') = 0, \quad (1)$$

где

$$S(x) = F_c(x)(\phi(x) - \phi(x - x_3)); \quad (2)$$

A, B, C, D – коэффициенты, определяемые в зависимости от конструкции двигателя [2].

Необходимо учесть, что после того, как пила закончит пилить доску, нагрузка на пилу пропадает и начинается холостой ход.

При этом принимаем

$$\begin{aligned} x'' &= \frac{x'_k - x'_{k-1}}{T} = \frac{\frac{x_k - x_{k-1}}{T} - \frac{x_{k-1} - x_{k-2}}{T}}{T} = \\ &= \frac{x_k - x_{k-1} - x_{k-1} + x_{k-2}}{T^2} = \frac{x_k - 2x_{k-1} + x_{k-2}}{T^2}; \end{aligned} \quad (3)$$

$$x' = \frac{x_{k-1} - x_{k-2}}{T}, \quad (4)$$

где T – период дискретности.

Тогда

$$\begin{aligned} \left(\frac{S(x_{k-2})}{m} + \frac{x_k - 2x_{k-1} + x_{k-2}}{T^2}\right) \left(A\left(\frac{x_k - x_{k-2}}{T}\right)^2 - B\frac{x_k - x_{k-2}}{T} + c\right) - \\ - D\left(V - \frac{x_k - x_{k-2}}{T}\right) = 0; \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \left(\frac{S(x_{k-2})}{m} + \frac{x_k - 2x_{k-1} + x_{k-2}}{T^2}\right) \left(A\left(\frac{x_k - x_{k-2}}{T}\right)^2 - B\frac{x_k - x_{k-2}}{T} + c\right) = \\ = D\left(V - \frac{x_k - x_{k-2}}{T}\right); \end{aligned} \quad (6)$$

$$\frac{S(x_{k-2})}{m} + \frac{x_k - 2x_{k-1} + x_{k-2}}{T^2} = \frac{D(V - \frac{x_k - x_{k-2}}{T})}{A(\frac{x_k - x_{k-2}}{T})^2 - B\frac{x_k - x_{k-2}}{T} + c}; \quad (7)$$

$$\frac{x_k - 2x_{k-1} + x_{k-2}}{T^2} = \frac{D(V - \frac{x_k - x_{k-2}}{T})}{A(\frac{x_k - x_{k-2}}{T})^2 - B\frac{x_k - x_{k-2}}{T} + c} - \frac{S(x_{k-2})}{m}; \quad (8)$$

$$x_k - 2x_{k-1} + x_{k-2} = T^2 \left(\frac{D(V - \frac{x_k - x_{k-2}}{T})}{A(\frac{x_k - x_{k-2}}{T})^2 - B\frac{x_k - x_{k-2}}{T} + c} - \frac{S(x_{k-2})}{m} \right). \quad (9)$$

Таким образом, запишем формулу для перемещения:

$$x_k = T^2 \left(\frac{D(V - \frac{x_k - x_{k-2}}{T})}{A(\frac{x_k - x_{k-2}}{T})^2 - B\frac{x_k - x_{k-2}}{T} + c} - \frac{S(x_{k-2})}{m} \right) + 2x_{k-1} - x_{k-2}. \quad (10)$$

Определим скорость перемещения вторичного элемента линейного электропривода механизма перемещения узла резания однопилыного круглопильного торцовочного станка по следующей формуле:

$$y_k = \frac{x_k - x_{k-1}}{T}. \quad (11)$$

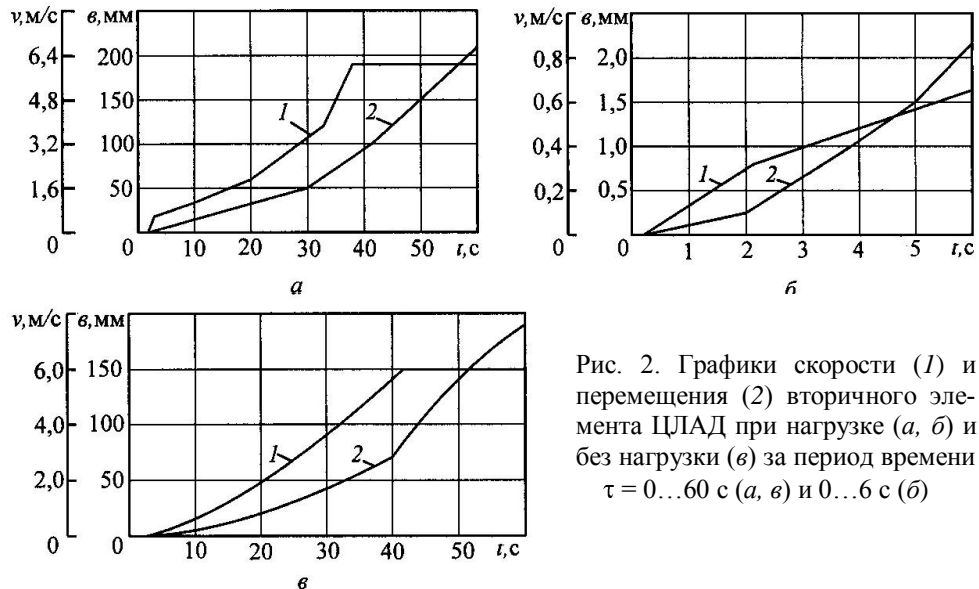


Рис. 2. Графики скорости (1) и перемещения (2) вторичного элемента ЦЛАД при нагрузке (а, б) и без нагрузки (в) за период времени $\tau = 0 \dots 60$ с (а, в) и $0 \dots 6$ с (б)

На рис. 2 представлены графики скоростей v и перемещений s вторичного элемента ЦЛАД при нагрузке и без нее (холостой ход).

Решение дифференциального уравнения движения вторичного элемента линейного асинхронного двигателя численным методом при отсутствии нагрузки, т.е. при холостом ходе, сводится к следующему.

Запишем дифференциальное уравнение движения:

$$x''(A(x')^2 - Bx' + c) - D(V - x') = 0. \quad (12)$$

Тогда

$$\frac{x_k - 2x_{k-1} + x_{k-2}}{T^2} (A(\frac{x_k - x_{k-2}}{T})^2 - B\frac{x_k - x_{k-2}}{T} + c) - D(V - \frac{x_k - x_{k-2}}{T}) = 0; \quad (13)$$

$$\frac{x_k - 2x_{k-1} + x_{k-2}}{T^2} (A(\frac{x_k - x_{k-2}}{T})^2 - B\frac{x_k - x_{k-2}}{T} + c) = D(V - \frac{x_k - x_{k-2}}{T}); \quad (14)$$

$$\frac{x_k - 2x_{k-1} + x_{k-2}}{T^2} = \frac{D(V - \frac{x_k - x_{k-2}}{T})}{A(\frac{x_k - x_{k-2}}{T})^2 - B\frac{x_k - x_{k-2}}{T} + c}; \quad (15)$$

$$x_k - 2x_{k-1} + x_{k-2} = T^2 \left(\frac{D(V - \frac{x_k - x_{k-2}}{T})}{A(\frac{x_k - x_{k-2}}{T})^2 - B\frac{x_k - x_{k-2}}{T} + c} \right). \quad (16)$$

Формула для определения перемещения:

$$x_k = T^2 \left(\frac{D(V - \frac{x_k - x_{k-2}}{T})}{A(\frac{x_k - x_{k-2}}{T})^2 - B\frac{x_k - x_{k-2}}{T} + c} \right) + 2x_{k-1} - x_{k-2}. \quad (17)$$

Формула для определения скорости:

$$y_k = \frac{x_k - x_{k-1}}{T}. \quad (18)$$

На основании решения численным методом дифференциальных уравнений движения вторичного элемента ЦЛАД при наличии и отсутствии переменной нагрузки могут быть обоснованы механические параметры привода механизма перемещения узла резания однопильного круглопильного торцовочного станка, что позволяет согласовать механические характеристики двигателя линейного электропривода с характеристиками исполнительного механизма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев, А.Е.* Позиционное торцевание пиломатериалов в шаговом режиме с торможением на механизированных и автоматизированных установках [Текст] / А.Е. Алексеев и [и др.]. – Северодвинск: ФГУП ПО «Севмаш», 2003. – 243 с.
2. *Соколов, М.М.* Электропривод с линейными асинхронными двигателями [Текст] / М.М. Соколов, Л.К. Сорокин. – М.: Энергия, 1974. – 134 с.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 4.04.05

A.E. Alekseev, V.M. Volkov, S.V. Petukhov

Investigation of Travelling Gear Drive of Cutting Unit for One-saw Circular Butting Machine

A method of process parameter determination of linear travelling gear for cutting unit of one-saw circular butting machine with mobile slide realizing rectilinear reciprocal motion along the guide ways is provided.

