

О ВЛИЯНИИ ЧЕРВЯЧНОГО РЕДУКТОРА НА ДИНАМИКУ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАШИН

В.Ф. ГЛАЗУНОВ, В.Т. ФИЛИЧЕВ, А.В. ГЛОТОВ

(Ивановский государственный энергетический университет)

Использование червячных передач в кинематике электроприводов отделочного производства, например, осевых накатных машин, обусловлено, как правило, необходимостью получения в одной червячной паре большого передаточного отношения [1]. Однако специфические свойства червячной передачи накладывают на работу системы электропривода ряд ограничений.

Ведущим в большинстве случаев является червяк. Тогда по аналогии с винтовой парой КПД зацепления определяется отношением тангенса угла подъема винтовой линии червяка к тангенсу суммы углов подъема и трения. В случае, когда ведущим становится червячное колесо и изменяется направление действия сил, КПД зацепления зависит уже от отношения тангенса разности углов подъема и трения к тангенсу угла подъема. При конструкции червяка с углом подъема, меньшим угла трения, КПД зацепления становится равным нулю и передача движения от колеса к червяку становится невозможной. При этом имеет место самотормозящая червячная пара. [1]

Червячная передача представляет собой нелинейный элемент с сухим трением, зависящим от момента M_a на червячном колесе. Увеличение момента $M_{дв}$ на валу червяка приводит к повороту червячного колеса. Обратная передача движения, как правило, невозможна. При приложении момента M_a к червячному колесу может

происходить заклинивание, самоторможение передачи.

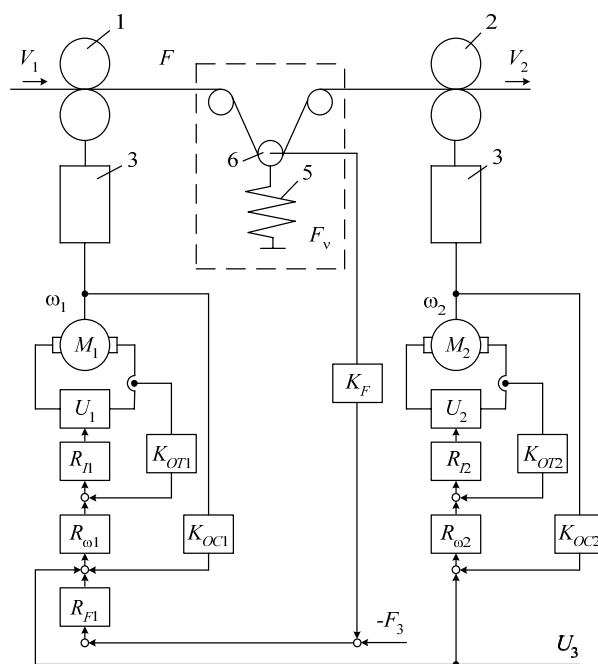


Рис. 1

Оценку влияния червячного редуктора на динамические характеристики системы электропривода, обеспечивающей стабилизацию натяжения полотна, выполним на примере двухмашинного агрегата (рис.1), представленного рабочими органами технологических машин 1 и 2, кинематически связанными через редукторы 3 с валами приводных двигателей M_1 и M_2 . Приводные двигатели получают питание от инди-

видуальных тиристорных преобразователей U1,2, а система регулирования натяжения материала построена по принципу подчиненного регулирования. Датчик натяжения имеет упругий элемент 5 и изме-

рительный ролик 6, а оптимизация контуров тока и скорости выполнена по известным соотношениям без учета упругости кинематических звеньев [2].

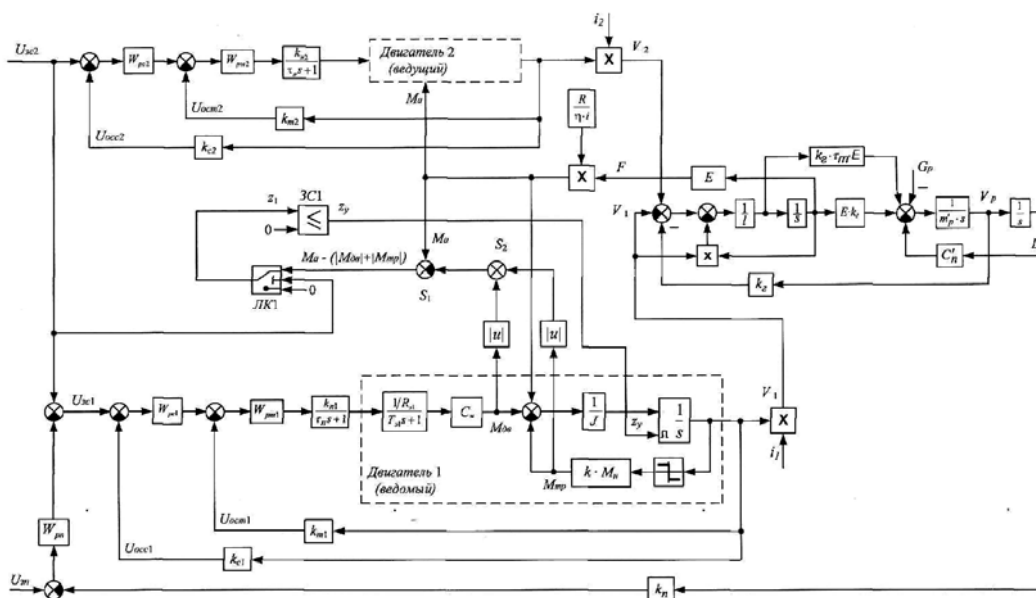


Рис. 2

Исследование переходных процессов в замкнутой по натяжению полотна системе двухмашинного агрегата и анализ влияния червячного редуктора, являющегося звеном с явно выраженной нелинейностью, выполнено в соответствии с системой уравнений и с структурной схемой рис.2 [3]:

$$V_1 F \left(\frac{1}{V_1} S + 1 \right) = E (V_2 - V_1 \pm k_r V_p),$$

$$k_r F - C'_n \Delta \ell - G_p = m'_p s^2 \Delta L,$$

$$U_{ост} = k_n \Delta L_p,$$

$$U = k_{n1} [U_{3c2} - k_{pn} (U_{3n} - U_{ост})],$$

$$U = c_e \Omega_1 + \frac{R_a}{c_M} M_{дв} + \frac{L_a}{c_M} \frac{dM_{дв}}{dt},$$

$$M - M_{тр} - M_a = y \frac{d\Omega}{dt},$$

где $V_{1,2,p}$ – линейные скорости материала соответственно на входе и выходе зоны деформации и измерительного ролика, м/с; ℓ – длина ткани в зоне деформации, м; F , E

– натяжение полотна и приведенный к его ширине модуль упругости, Н; G – вес неуравновешенных частей датчика, Н; $S = d/dt$; k_r – коэффициент, учитывающий угол охвата ролика движущимся полотном; ΔL – линейное перемещение ролика, м; m_p – масса ролика, кг; C_n – жесткость пружины, Н/м; k_{n1} , k_{pn} – коэффициенты передачи датчика и регулятора натяжения.

Как показывает анализ, в случае применения в кинематике двухмашинного агрегата червячного редуктора появляются два возможных варианта направления действия движущего активного момента со стороны червячного колеса.

В первом случае активный момент, создаваемый натяжением материала на ведомом двигателе, совпадает с направлением скорости червячного колеса. Эффект самоторможения возникает, когда активный момент превышает сумму моментов двигателя и трения $M_a > M_{дв} + M_{тр}$.

Структурная схема электропривода ведомого двигателя М1 двухмашинного агрегата (рис.2) содержит модель самотормозящего редуктора. Электропривод ве-

дущей машины укомплектован цилиндрическим редуктором. Сложение модулей моментов двигателя и трения осуществляется на втором сумматоре S_2 .

Результирующий сигнал с выхода первого сумматора S_1 подается на логический ключ ЛК1, который обеспечивает его пропускание при совпадении направлений

действия момента двигателя и активного момента. Далее выходной сигнал Z1 ключа ЛК1 поступает на звено сравнения ЗС1, где происходит проверка условия самоторможения. Управляющий сигнал Z_y подается на вход управления интегратора с внешним сбросом модели двигателя постоянно-го тока.

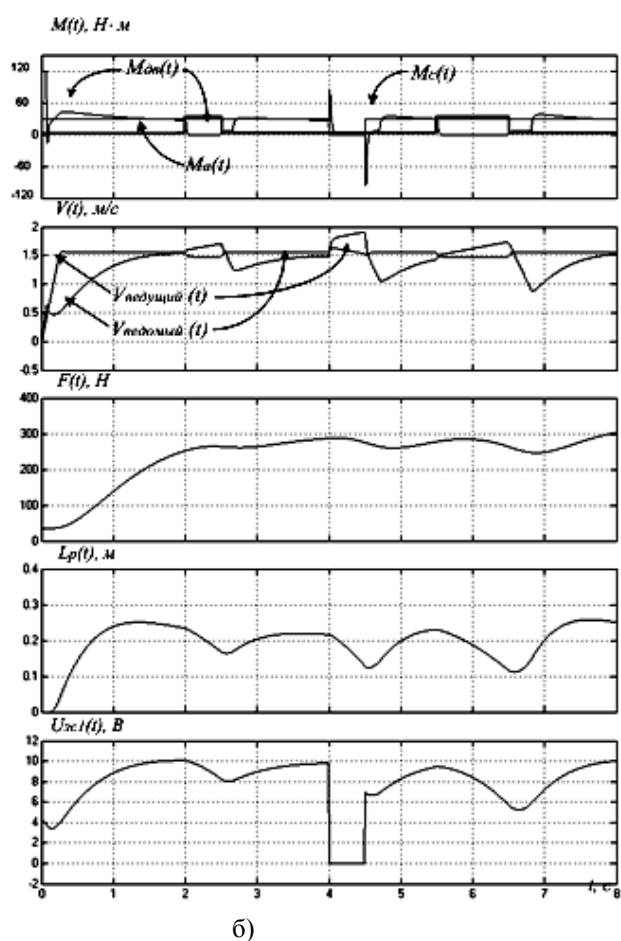
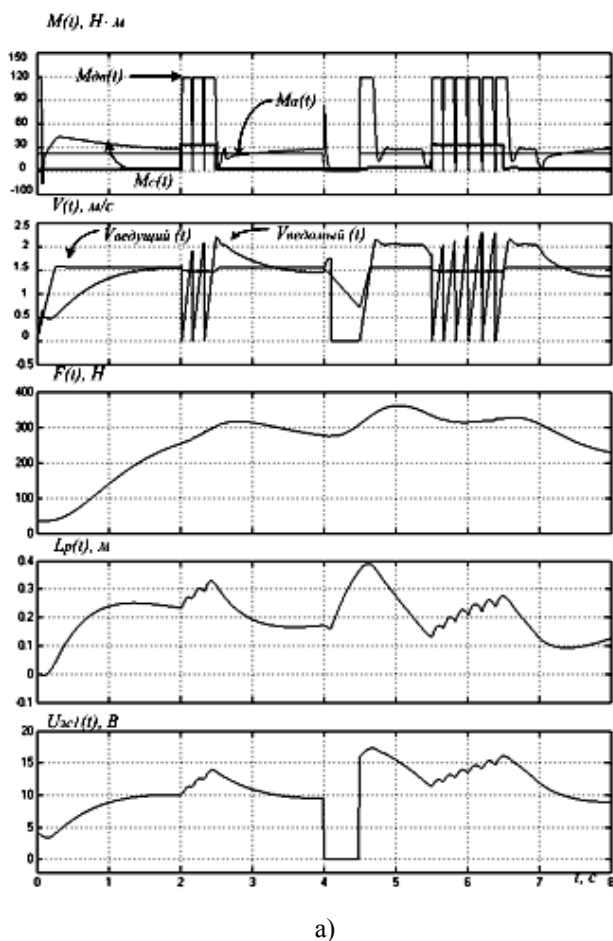


Рис. 3

На рис. 3-а представлены временные зависимости моментов на валу ведомого двигателя, линейных скоростей валков ведущего и ведомого двигателей, натяжения полотна, хода компенсатора и напряжения задания скорости работы агрегата с самотормозящим червячным редуктором в приводе ведомого двигателя. Для сравнения на рис.3-б – аналогичные зависимости при работе агрегата с цилиндрическими редукторами в обоих приводах с тем же циклом управляющих и возмущающих воздействий.

В приводе ведомого двигателя с червячным редуктором при набросе активного момента и выполнении условия возникновения самоторможения происходит резкое падение скорости двигателя до нуля. Это приводит к броску его момента до значений, определяемых системой токоограничения. Далее условие самоторможения нарушается, скорость двигателя возрастает, момент двигателя снижается и вновь наступает эффект самоторможения. За время наброса нагрузки происходят значительные колебания скорости ведомого двига-

теля, рост натяжения полотна и перемещение ролика компенсатора.

В приводе ведомого двигателя с цилиндрическим редуктором аналогичное возмущение приводит к некоторому росту скорости двигателя и незначительным изменениям натяжения полотна и перемещения ролика компенсатора.

Во втором случае активный момент, создаваемый натяжением обрабатываемого материала на ведущем двигателе, действует против направления вращения червячного колеса. Эффект самоторможения возникает в том случае, если по каким-либо причинам активный момент M_a превысит момент двигателя $M_{дв}$, действующий со стороны червяка.

Структурная схема модели электропривода двухмашинного агрегата с моделью самотормозящего червячного редуктора, установленного на ведущем двигателе М2, в основном аналогична представленной модели.

Сравнительный анализ временных диаграмм работы двухмашинного агрегата позволяет сделать следующие выводы:

– при набросе активного момента в электроприводе с червячным редуктором эффект самоторможения сопровождается максимальными значениями момента двигателя, увеличением натяжения материала и значительными колебаниями линейных скоростей приводных валков, а также перемещениями ролика компенсатора;

– при использовании цилиндрических редукторов рассмотренные возмущения не вызывают значительных изменений ни момента двигателя, ни натяжения, ни скоростей двигателей и перемещения ролика компенсатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Иванов М.Н.* Детали машин. – М.: Высшая школа. 1981.
2. *Глазунов В.Ф., Литвинский А.Н.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1980, №4. С.60...63.
3. *Глазунов В.Ф., Филчев В.Т.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, №2. С.107...113.

Рекомендована кафедрой электропривода и автоматизации промышленных установок. Поступила 29.01.08.