

КОМПЕНСАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО МОМЕНТА АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА МОТАЛКИ ПОЛОСЫ

Лимонов Л.Г. к.т.н.
АОЗТ "Тяжпромавтоматика",
Украина, 61072, Харьков, Пр. Ленина, 56,
тел. (057)758-64-88, E-mail: lgl@tpa5.vk.kh.ua

Стаття присвячена розгляданню питань підвищення якості регулювання натягу полоси електроприводом моталки з використанням асинхронного електродвигуна, шляхом компенсації динамічного моменту електропривода під час роботи.

Статья посвящена рассмотрению вопросов повышения качества регулирования натяжения полосы электроприводом моталки с применением асинхронного электродвигателя, посредством компенсации динамического момента электропривода во время работы.

При намотке полосы на моталку важной функцией системы регулирования натяжения, построенной по косвенному принципу действия, является компенсация динамического момента. В общем случае динамический момент электропривода моталки состоит из двух составляющих [1] – составляющей, определяемой ускорением полосы при намотке, и составляющей, определяемой величиной изменения радиуса рулона наматываемого материала. Вторая составляющая проявляется при намотке полосы на высокоскоростных прокатных станах, в то время, как первая составляющая существенно влияет на точность поддержания натяжения полосы, независимо от скорости намотки. Компенсация ее необходима, в то время, как второй составляющей можно пренебречь, без ущерба для точности.

При применении электропривода моталки с приводным электродвигателем постоянного тока и регулированием скорости электродвигателя при изменении радиуса рулона путем изменения потока возбуждения, компенсация динамического момента сводится к изменению величины якорного тока электродвигателя при изменении скорости намотки на величину, определяемую известным соотношением

$$I_{\text{дин}} = (J_c + J_v) \cdot \frac{I_n \cdot R_m}{M_n \cdot R^2} \cdot \frac{dv}{dt}, \quad (1)$$

в котором J_c – сумма моментов инерции якоря электродвигателя, барабана моталки и элементов передачи, J_v – переменная составляющая момента инерции электропривода, равная

$$J_v = \frac{\pi \cdot b \cdot \gamma \cdot (R^4 - r^4)}{2}. \quad (2)$$

Здесь b – ширина; γ – плотность рулона; R, r – радиус рулона и барабана, а I_n и M_n – номинальные ток и момент электродвигателя; R_m – максимальный радиус рулона.

Компенсация динамического момента электропривода моталки при использовании в качестве приводного асинхронного электродвигателя с питанием от преобразователя частоты с векторным управлением имеет некоторые отличия.

В этом случае компенсация динамического Мо- мента производится путем изменения величины моментобразующей составляющей тока статора I_q с учетом того, какая система управления принята для регулирования координат электропривода [2].

Как видно из анализа структур систем управления [2], в процессе роста момента электродвигателя при намотке полосы одновременно может существовать только один из двух возможных режимов изменения параметров электропривода:

- изменение моментобразующей составляющей тока пропорционально радиусу рулона при постоянной величине потокосцепления
- изменение потокосцепления пропорционально радиусу рулона при постоянной величине моментобразующей составляющей тока.

Для получения зависимостей, определяющих величину динамического тока асинхронного электродвигателя введем обозначение коэффициента потокосцепления

$$K_\phi = \frac{M_n}{I_{qn}} = \frac{M_n}{I_n \cdot \cos \varphi_n}. \quad (3)$$

Здесь I_n, I_{qn} – номинальные значения тока статора и его моментобразующей составляющей.

Для случая, когда регулирование натяжения при намотке производится при постоянной величине потокосцепления, величина моментобразующей составляющей тока статора для компенсации динамического момента электропривода может быть рассчитана по следующим зависимостям

$$I_{qd1} = (J_c + \frac{\pi \cdot b \cdot \gamma \cdot (R^4 - r^4)}{2}) \cdot \frac{1}{R \cdot k_\phi} \cdot \frac{dv}{dt}; \quad (4)$$

$$I_{qd1} = (J_c + \frac{\pi b \gamma (R^4 - r^4)}{2}) \cdot \frac{1}{R k_\phi \alpha} \cdot \frac{dv}{dt}. \quad (5)$$

Формула (4) пригодна для случая, когда регулирование натяжения при намотке рулона производится при номинальном потокосцеплении, а формула (5) – для случая, когда регулирование производится при значении потокосцепления меньше номинального в α раз, например, при двухдиапазонном регулировании [2].

Для случая, когда регулирование натяжения при намотке рулона производится изменением потокосцепления при постоянной величине моментобразующей составляющей тока статора, динамическая составляющая рассчитывается по формуле

$$I_{qd2} = \left(J_c + \frac{\pi \cdot b \cdot \gamma \cdot (R^4 - r^4)}{2} \right) \frac{R_m}{R^2 \cdot k_\phi} \cdot \frac{dv}{dt} \quad (6)$$

Зависимости (4), (5) и (6) - основа для разработки алгоритма компенсации динамического момента микропроцессорной системы управления электропривода.

Приведенные формулы использованы для расчета загрузки электродвигателя в режиме компенсации динамического момента электропривода моталки четырехклеточного стана холодной прокатки 1700.

Параметры стана: максимальная скорость 25 м/с, ускорение 2,5 м/с/с. Максимальное натяжение полосы – 100 кН, ширина полосы 0,9 м - 1,5 м. Радиус барабана 0,3 м, максимальный радиус рулона 1,1 м.

Для безредукторного привода моталки с такими параметрами может быть использован двухдвигательный электропривод с асинхронными электродвигателями, параметры каждого из них 2000 кВт, 333 об/мин, $J=871$ кгм². Номинальный момент одного электродвигателя 57,4кНм, что позволяет применить однозонную систему управления с регулированием скорости посредством изменения потокосцепления.

Результаты расчета величины моментобразующей составляющей тока электродвигателя для компенсации динамического момента электропривода при постоянной величине ускорении стана 2,5 м/с/с, для полосы приведены на рис. 1.

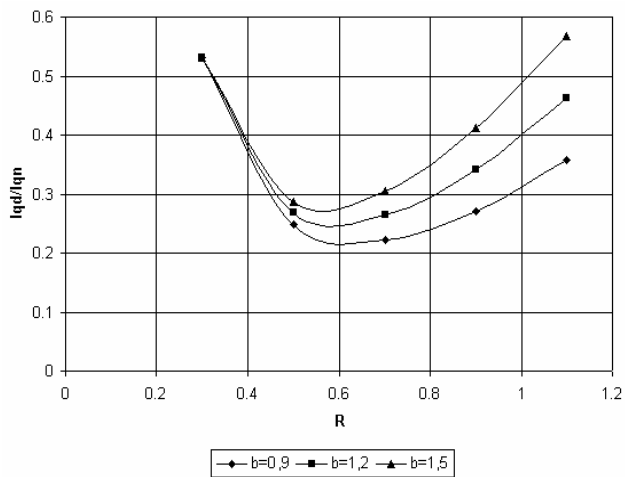


Рис. 1

Для сравнения на рис. 2 приведены кривые зависимости величины динамического тока для безредукторного электропривода той же моталки, но с приводным электродвигателем постоянного тока. Приводной электродвигатель – трехъякорный, с параметрами 3x1250 кВт, 210/800 об/мин, $J = 3x5000$ кгм².

Как видно из кривых, электропривод с асинхронными электродвигателями требует меньших затрат энергии для компенсации динамического момента благодаря лучшим динамическим характеристикам.

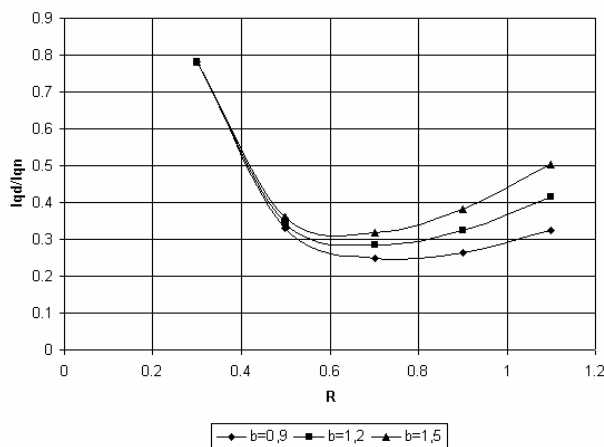


Рис. 2

В заключение интересно рассмотреть приведенные на рис. 3 зависимости полного тока асинхронного электродвигателя моталки от радиуса рулона в режиме ускорения стана, при компенсации динамического момента, рассчитанные для условия, когда натяжение полосы максимально возможное ($I_q = I_{qn}$).

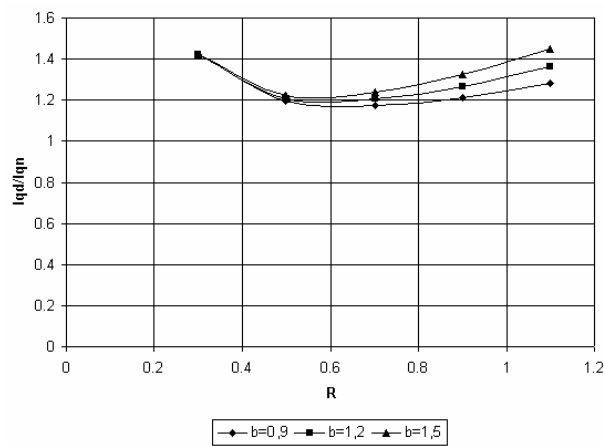


Рис. 3

Эти зависимости позволяют оценить величину динамических нагрузок электродвигателя и возможности изменения динамических параметров стана (увеличение ускорения), которые при применении электропривода постоянного тока, как правило, ограничены возможностями электропривода моталки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Альшиц В.М., Зеленцов В.И., Тикоцкий А.Е. Электроприводы моталок и разматывателей станов холодной прокатки. Москва. ИНФОРМЭЛЕКТРО, 1980.
- [2] Лимонов Л.Г. Об особенностях использования асинхронного электродвигателя для привода моталки. // Электротехника і електромеханіка, Харьков, 2007, №4, С. 40-44.

Поступила 01.04.2008