

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 мо- ментообразующей составляющей тока статора I_q с учетом того, какая система управления принята для регулирования координат электропривода [2].

Как видно из анализа структур систем управле- ния [2], в процессе роста момента электродвигателя при намотке полосы одновременно может существо- вать только один из двух возможных режимов изме- нения параметров электропривода:

- изменение моментообразующей составляющей тока пропорционально радиусу рулона при постоян- ной величине потокосцепления
- изменение потокосцепления пропорционально радиусу рулона при постоянной величине моментооб- разующей составляющей тока.

Для получения зависимостей, определяющих ве- личину динамического тока асинхронного электро- двигателя введем обозначение коэффициента пото- косцепления

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

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

Для случая, когда регулирование натяжения при намотке производится при постоянной величине по- токосцепления, величина моментообразующей со- ставляющей тока статора для компенсации динамиче- ского момента электропривода может быть рассчита- на 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 регули- рование натяжения при намотке рулона производится при номинальном потокосцеплении, а формула (5) – для случая, когда регулирование производится при зна- чении 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 четырехклетевого 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 ускорения стана 2,5 м/с/с, для полосы приведены на рис. 1.

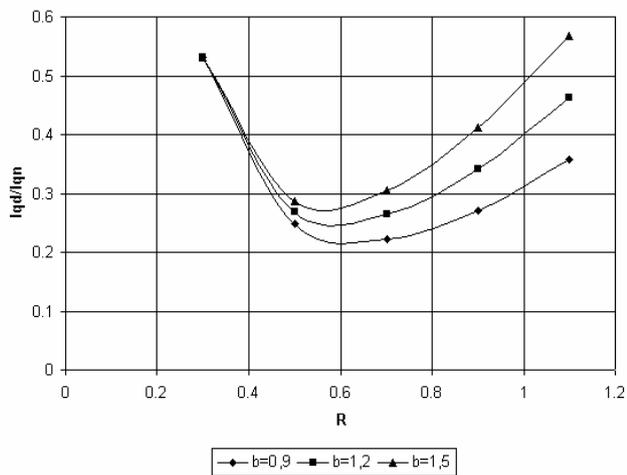


Рис. 1

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, $J = 3 \times 5000$ кгм².

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

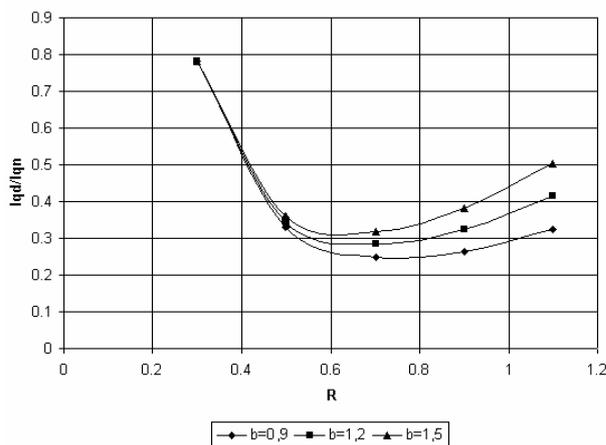


Рис. 2

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 ($I_q = I_{qn}$).

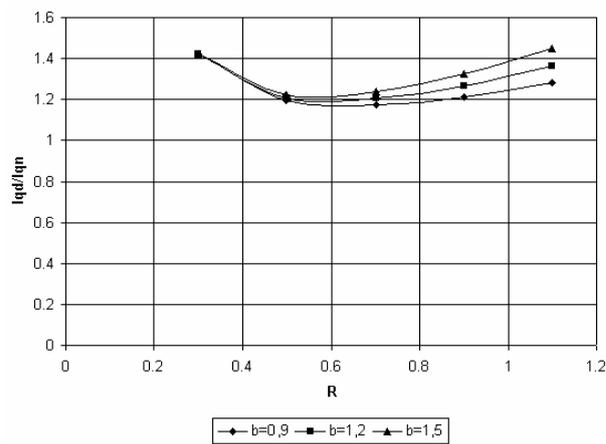


Рис. 3

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