

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ НЕУРАВНОВЕШЕННЫМ ВЕРТИКАЛЬНЫМ ПОДЪЕМНИКОМ С АСИНХРОННЫМ ПРИВОДОМ

Борисенко В.Ф., Чепак А.А.

Донецкий национальный технический университет
olga@pandora.kita.dgtu.donetsk.ua

The questions of forming the scheme of control for setting electromechanical system are considered

Высокопроизводительный межэтажный подъемник (рис. 1) предназначен для быстрого подъема или опускания груза G на фиксированную высоту H . Для ускорения транспортных операций скорость перемещения стола C принимается высокой: 0,25 ... 0,35 м/с. С целью удешевления привода, в нем применен высокоскоростной асинхронный короткозамкнутый двигатель M . Промежуточным механическим устройством служит червячный редуктор P с передаточным числом $i_p \approx 20$. Фиксирующим звеном в крайних положениях стола является колодный тормоз T с электрогидравлическим толкателем.

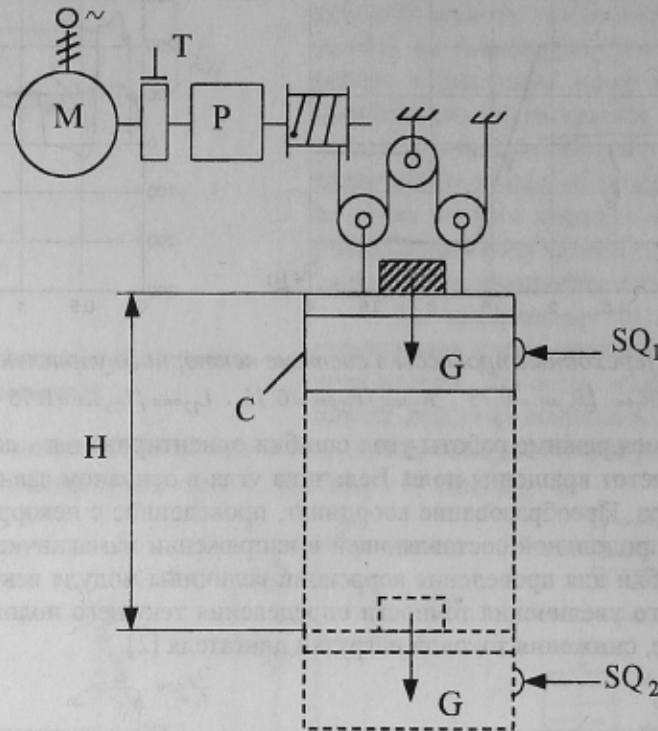


Рисунок 1 – Кинематическая схема вертикального подъемника с местами расположения конечных выключателей

В связи с отсутствием у редуктора эффекта самоторможения (эффект наступает при $i_p > 30...40$), замедленным возрастанием тормозного усилия, а также изменчивостью веса груза G , актуальной является задача обеспечения точной остановки стола у нижнего уровня.

Поскольку нагрузка M_c электропривода, обусловленная весом стола с грузом, носит активный характер, электромеханическая система подъемника в режимах подъема и опускания ведет себя по-разному (рис. 2). При движении стола вверх двигатель работает на механической характеристике 1 подъема с частотой вращения ω_n . При наезде стола на конечный выключатель SQ_1 двигатель отключается и кинетическая энергия движущихся частей быстро гасится моментом M_T тормоза и статическим моментом M_c , действующими против движения.

Суммарный момент при подъеме [1]

$$M_{\Sigma n} = -M_c - M_T$$

определяет достаточно высокую величину замедления

$$\epsilon_n = \frac{M_{\Sigma n}}{J_{\Sigma}},$$

где J_{Σ} - приведенный к двигателю суммарный момент инерции движущихся частей электромеханической системы.

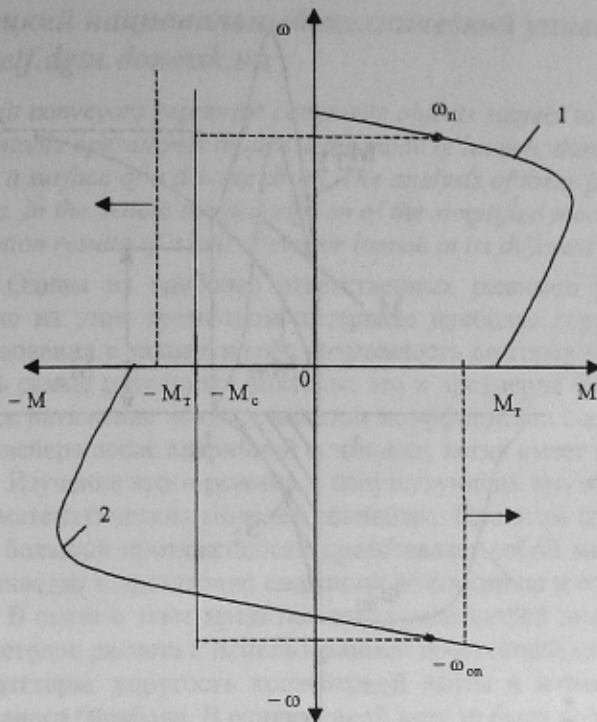


Рисунок 2 – Механические характеристики электропривода подъемника в режимах подъема и опускания стола

При номинальном грузе время замедления и пробег двигателя минимальны, но они вполне достаточны, чтобы тормозное усилие возросло (вид по стрелке), с нуля до значения, обеспечивающего фиксацию стола без обратного его хода. Изменчивость веса груза существенно влияет на величину пробега, но в данном случае пробег мал, что обуславливает относительно высокую точность остановки. При движении стола вниз двигатель, переключенный на реверс (характеристика 2), переходит в генераторный режим опускания с установившейся частотой вращения $-\omega_{on}$ и при наезде стола на конечный выключатель SQ_2 отключается. В действие вступает электрогидравлический тормоз, момент M_T которого плавно нарастает (вид по стрелке) с нуля до максимального значения.

Суммарный момент при опускании будет [там же]

$$M_{\Sigma on} = -M_c + M_m, \quad (1)$$

что определяет величину замедления

$$\epsilon_{on} = \frac{M_{\Sigma on}}{J_{\Sigma}}, \quad (2)$$

абсолютное значение которого существенно ниже, чем при подъеме.

Из равенств (1) и (2) следует, что, поскольку в начале нарастания тормозного момента его значение ниже статического момента, замедление двигателя отрицательно и электромеханическая система получает дополнительное приращение частоты вращения под действием движущего момента M_c , наращивая запас кинетической энергии, затем, при $M_T > M_c$, тормозится. При этом стол проходит несколько десятков сантиметров, что недопустимо по условиям безопасной эксплуатации механизма.

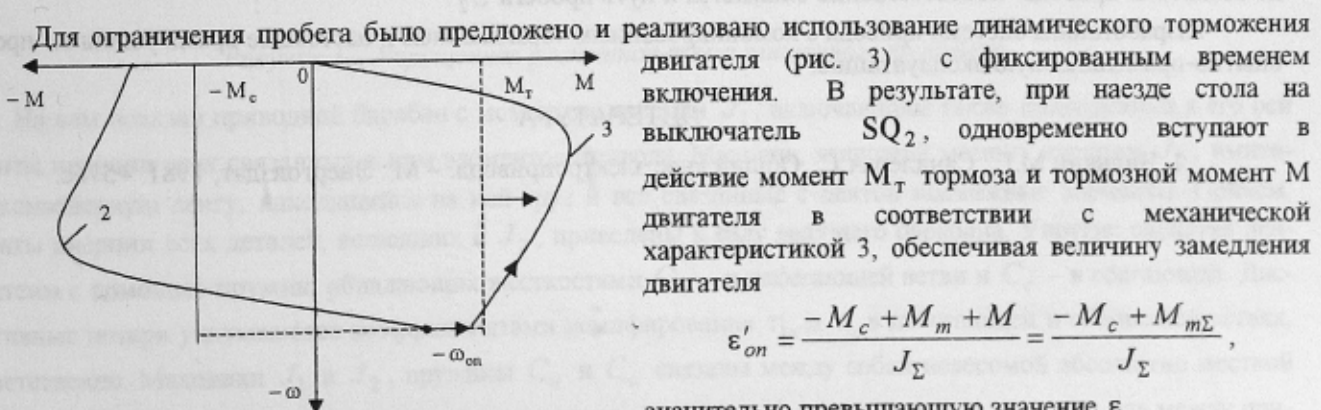


Рисунок 3 – Механические характеристики подъемника с использованием динамического торможения в режиме опускания

$$\epsilon'_{on} = \frac{-M_c + M_m + M}{J_{\Sigma}} = \frac{-M_c + M_{m\Sigma}}{J_{\Sigma}},$$

значительно превышающую значение ϵ_{on} .

Описанные режимы наглядно иллюстрируются временными зависимостями, приведенными на рис. 4.

При отсутствии динамического торможения (см. рис. 4, а) двигатель тормозится лишь за счет действия

тормоза. Возрастание тормозного момента M_T начинается с момента времени t_1 (при наезде на выключатель SQ_2) и завершается при остановке двигателя в момент времени t_2 . В промежутке, когда момент M_T ниже

статического M_c , преобладающее влияние на движение оказывает вес стола с грузом, в результате чего частота вращения двигателя увеличивается до ω_{\max} . Затем следует остановка из-за преобладающего влияния тормоза. В силу дополнительного прироста частоты вращения и недостаточной эффективности тормоза, обусловленных его инерционностью, двигатель проходит значительный угловой путь S_1 (заштрихованная площадка).

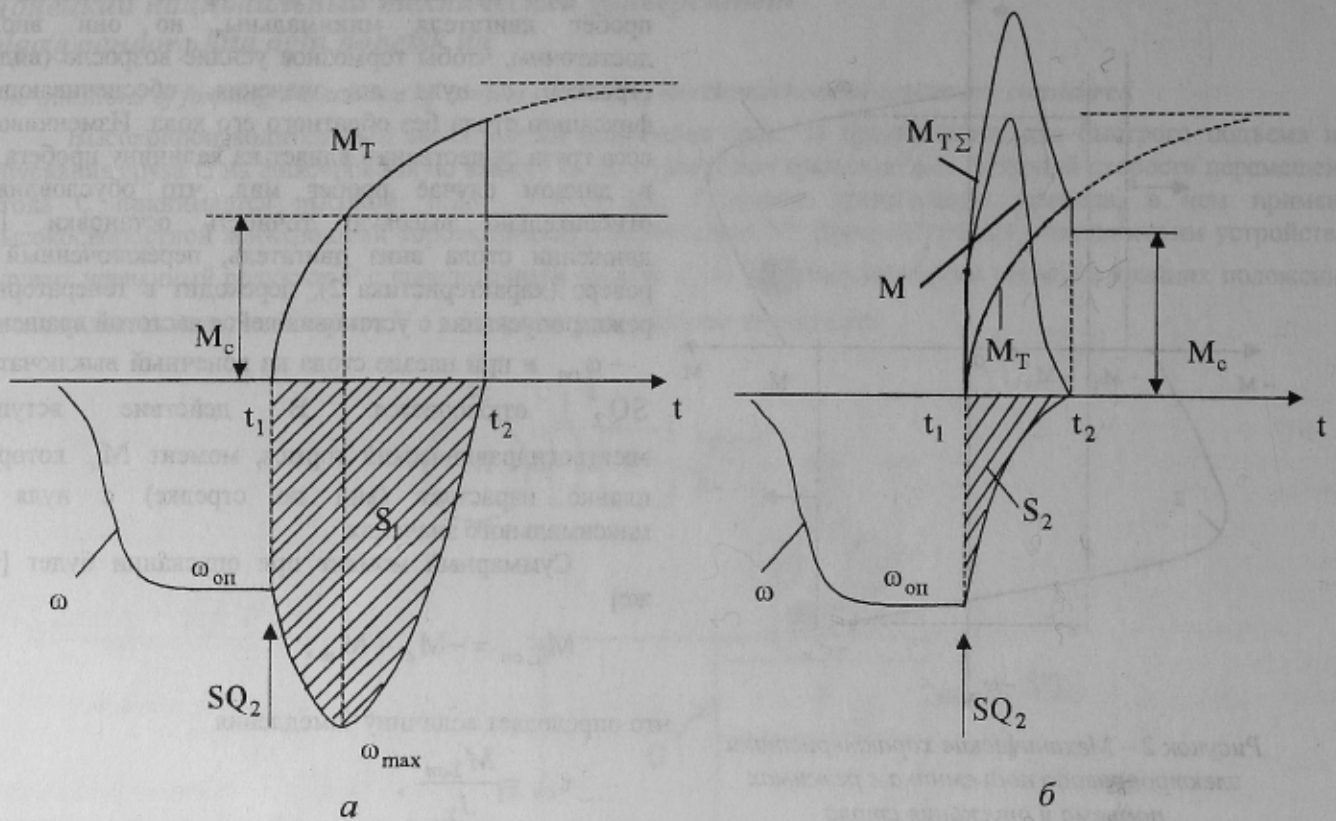


Рисунок 4 – Переходные процессы в электромеханической системе подъемника при опускании стола

При наличии динамического торможения (см. рис. 4, б) тормозной момент $M_{T\Sigma}$ имеет резкий скачок в самом начале торможения привода за счет момента M двигателя, а само торможение более эффективно вплоть до остановки привода. Соответственно снижается и путь пробега S_2 .

Разработанная система привода с комбинированным торможением в настоящее время успешно проходит опытно-промышленную эксплуатацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чиликин М.Г., Сандлер А.С., Общий курс электропривода. – М.: Энергоиздат, 1981. - 576с.