

ков, коэффициент мощности, коэффициент полезного действия, а также колебания электромагнитного момента и скорости [2]. На рис. 1, б приведена кривая тока статора АД типа АО2-42-6, 4 кВт, 960 об/мин, рассчитанная по (26) при $\Phi = \text{const}$, $s_2 = 0,105$, $f_2 = 8,33$ Гц. Сопоставление этой кривой с опытными данными (пунктирная кривая на рис. 1, б), полученными при осциллографировании тока и напряжения при питании АД от инвертора напряжения (рис. 2), подтверждает правильность предлагаемой методики расчета.

В ы в о д

Изложенная методика позволяет рассчитать токи статора и ротора АД при несинусоидальном питающем напряжении без применения метода гармонического анализа.

Л и т е р а т у р а

1. Фираго Б.И., Сидоров В.Г. Схема замещения АД для расчета электромагнитных процессов при несинусоидальном питающем напряжении (см. настоящий сборник). 2. Ковач К.П., Рац И. Переходные процессы в машинах переменного тока. М., 1963. 3. Фираго Б.И., Готовский Б.С., Лисс З.А. Тирис-торные циклоконверторы. Минск, 1973.

В.П. Беляев, О.П. Ильин, Ю.Н. Петренко

ДИНАМИКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЛИФТА С ЧАСТОТНОУПРАВЛЯЕМЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ

Важным вопросом при проектировании электроприводов лифтов является формирование скоростной диаграммы с соответствующими ограничениями величин ускорения и рывка в переходных процессах. В установках с нерегулируемым электроприводом такое формирование достигается путем создания специальных лифтовых асинхронных двигателей с соответствующей механической характеристикой и увеличением общего момента инерции установки. При этом удовлетворительных результатов удается достичь для лифтов со скоростью движения кабины не более 1 м/с. Однако даже в этом случае требование точ-

ной остановки кабины на уровне этажа приводит к необходимости применения двухскоростного двигателя, позволяющего снизить скорость движения перед остановкой. С ростом этажности и скорости лифтов необходимую скоростную диаграмму можно получить, применяя регулируемый электропривод. В [1] были рассмотрены возможности использования для этой цели частотноуправляемого электропривода со статическим преобразователем частоты на основе автономного инвертора. Там же показано, что в режиме "мягкого" пуска при законе частотного управления, например $E/f = \text{const}$, $\Phi_s = \text{const}$, дающим конгруэнтное семейство механических характеристик, можно в переходных процессах получить постоянный по величине динамический момент, практически независимый от нагрузки. Это достигается при постоянной интенсивности нарастания частоты питающего напряжения, которая определяет величину динамического момента.

Как показано в работах [2, 3], представлять лифтовую установку при исследовании ее динамики как кинематическую цепь с абсолютной жесткостью является ошибочным. При этом целесообразно учесть только упругость ветвей тяговых канатов, что позволяет упростить систему уравнений. Тогда лифтовую установку можно представить как трехмассовую систему, описываемую следующими дифференциальными уравнениями:

$$\left. \begin{aligned}
 m_k \frac{dv_k}{dt} &= C_k (s_{ш} - s_k) - F_{с.к} \\
 m_{ш} \frac{dv_{ш}}{dt} &= F - (G_k - G_{пр}) - C_k (s_{ш} - s_k) + C_{пр} x \\
 &\quad x (s_{пр} - s_k) ; \\
 m_{пр} \frac{dv_{пр}}{dt} &= -C_{пр} (s_{пр} - s_{ш}) - F_{с.пр},
 \end{aligned} \right\} (1)$$

где m — масса; v — линейная скорость; s — перемещение; G — сила тяжести; C — коэффициент жесткости канатов; F_c — силы сухого трения; $k, пр, ш$ — индексы соответственно кабины, противовеса, канатоведущего шкива; F — усилие на шкиве, создаваемое моментом двигателя $M_{дв}$ и связанное с ним соотношением $F = M_{дв} \cdot i_p : R_{ш}$ (i_p — передаточное число редуктора); $R_{ш}$ — радиус шкива.

Система (1) совместно с дифференциальными уравнениями, описывающими поведение асинхронного электродвигателя [3], образуют полную систему уравнений лифтовой установки с учетом упругих сил и электромагнитных переходных процессов. Решение полной системы уравнений проводилось на ЦВМ "Минск-22м", для чего была составлена программа расчета, причем уравнения двигателя записаны в неподвижных относительно статора координатных осях. По составленной программе был произведен расчет динамики (пуск, торможение —

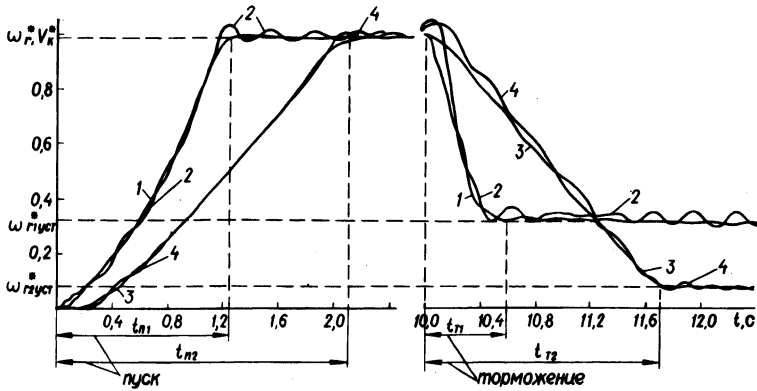


Рис. 1. Кривые изменения двигателя ω^* (1,3) и кабины v_k^* (2,4) в переходных процессах: 1,2—для двухскоростного; 3,4—для частотноуправляемого электропривода.

переход на пониженную скорость, наложение тормоза) существующего лифта массового применения грузоподъемностью 350 кгс и скоростью движения 0,65 м/с с двухскоростным двигателем типа АС2-72-6/18 ШЛ, а также расчет динамики с частотноуправляемым двигателем типа АС2-42-6 применительно к той же установке. В данном случае интерес представляют изменения скорости ротора двигателя $\omega_r(t)$ и кабины лифта $v(t)$, а также величины динамических усилий в канатах $F_k(t)$. В качестве примера на рис. 1; 2 приведены указанные зависимости (процесс пуска), наглядно характеризующие преимущества применения для лифта частотноуправляемого электропривода. Во-первых, достигается равноускоренное движение кабины лифта (рис. 1), что приводит к снижению колебаний

скорости кабины в процессе разгона и быстрейшему их затуханию после достижения кабиной установившейся скорости. Во-вторых, существенно снижаются динамические усилия в каналах (рис. 2).

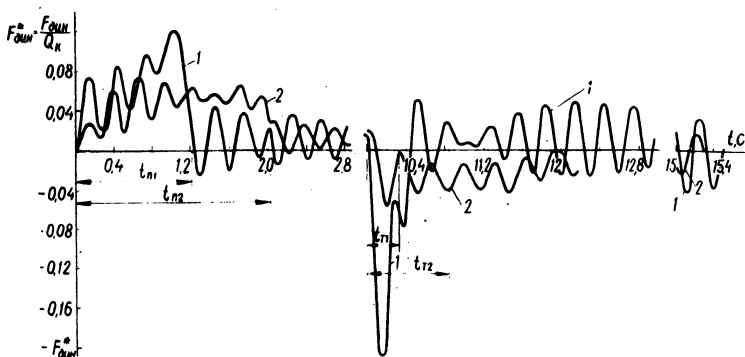


Рис. 2. Кривые динамических усилий в каналах: 1—при двухскоростном; 2—при частотноуправляемом электроприводе.

Заметное различие во временах пуска объясняется тем, что двухскоростной двигатель развивает в переходных процессах момент, равный $2,2\text{--}3,8 M_H$, в то время как у односкоростного двигателя отношение перегрузочной способности M_K / M_H при работе на естественной характеристике равно $1,8$. Поэтому при работе частотно-управляемого асинхронного двигателя величина момента не превышает $1,8 M_H$.

Тормозные режимы лифтовой установки характеризуются в рассматриваемых случаях аналогичными явлениями.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение частотноуправляемого электропривода для лифта улучшает динамику его работы и повышает комфортабельность передвижения пассажиров.

Л и т е р а т у р а

1. Беляев В.П. Исследование частотноуправляемого асинхронного электропривода для лифтовых установок. Канд. дис. Минск, 1975.
2. Комаров М.С. Динамика грузоподъемных машин. М., 1962.
3. Соколов М.М., Чупрасов В.В., Шейнянский А.В. Динамика электропривода лифта с двухскоростным асинхронным двигателем. — Труды МЭИ. М., 1972. № 149.