

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ
САМОТормозящихся ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ
С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ВСТАВКАМИ**

Л. К. БУРУЛЬКО, Э. М. ГУСЕЛЬНИКОВ, Е. В. КОНОНЕНКО, О. Г. МАКАРЧЕНКО

(Представлена научным семинаром кафедр электрических машин и аппаратов
и общей электротехники)

Повышение производительности исполнительных механизмов связано в первую очередь с увеличением скорости и уменьшением производительного времени, затрачиваемого на остановку электродвигателя. Поэтому перед электромашиностроителями стоят задачи по созданию совершенных конструкций электродвигателей быстрого и точного останова, снабженных тормозными устройствами.

К числу таких электродвигателей относятся так называемые самотормозящиеся электродвигатели (СЭД) с электромагнитными вставками [1]. Особенностью конструкции СЭД является то, что управление тормозом осуществляется с помощью магнитного потока самого электродвигателя, то есть магнитное поле статора используется как для создания растормаживающего усилия на тормозе, так и для создания вращающего момента на роторе.

Основными режимами работы СЭД с электромагнитными вставками являются пуск, реверс и торможение. Поэтому для рационального проектирования и эксплуатации таких двигателей необходимо знание их динамики.

В настоящее время наметились два направления исследования динамики электрических машин: экспериментальное исследование и математическое моделирование. В данной работе исследование электромеханических переходных процессов в асинхронных самотормозящихся электродвигателях 4А132М6Е, 4А132М4ЕС и АО-21-2-Э проведено экспериментально.

Требования, предъявляемые к самотормозящимся электродвигателям, включают в себя обеспечение оптимального времени растормаживания и затормаживания и плавности срабатывания тормозного устройства [1]. Поэтому проведенные экспериментальные исследования переходных процессов преследовали цель получения динамических характеристик при различных маховых массах и моментах сопротивления и определения влияния тормозного момента, создаваемого пружиной тормозного устройства, на время пуска и останова СЭД с электромагнитными вставками. Исследования проводились с помощью прибора для снятия механических характеристик электрических машин в переходных режимах [2].

Принцип действия этого прибора основан на непрерывном изменении скорости вращения с последующим ее дифференцированием.

Динамические характеристики исследуемых электродвигателей записывались шлейфовым осциллографом типа Н-102. Для записи зависимостей момента и скорости в функции времени использовались вибраторы типа МОО 1.4, каждый из которых подключался соответственно к каналу скорости и ускорения прибора ПМХ-2.

Для исследования влияния маховых масс на переходные процессы величина их менялась для двигателей 4А132М6Е

$$\frac{GD_{\Sigma}^2}{GD_{\text{рот}}^2} = 1; 2,02; 4,08, \text{ А02-21-2-Э } \frac{GD_{\Sigma}^2}{GD_{\text{рот}}^2} = 1; 2, 39,$$

$$\text{а для 4А132 М4ЕС } \frac{GD_{\Sigma}^2}{GD_{\text{рот}}^2} = 1; 2, 44; 3, 39.$$

Конструктивно двигатели 4А132М6Е, А02-21-2-Э и двигатель 4А132М4ЕС отличаются тем, что первые два выполнены со вставками на роторе, а последний со вставкой на статоре.

На рис. 1 приведены осциллограммы, снятые для двигателей 4А132М6Е и 4А132М4ЕС. Здесь t_n — время пуска; t_{oc} — время останова; t_{cp} — время срабатывания электромагнитной вставки при отключении двигателя от сети, отсчитывающееся от момента отключения до того момента, когда тормозная накладка придет в соприкосновение с неподвижной частью тормоза; t_t — время действия тормозной накладки при останове, отсчитывающееся от момента соприкосновения тормозной накладки с неподвижной части тормоза до того момента, когда скорость двигателя достигнет нулевого значения; $M_{уд}$ — ударный динамический момент; M_T — тормозной момент; i — фазный ток обмотки статора.

Длительность времени срабатывания электромагнитной вставки определяется временем затухания магнитного потока при отключении двигателя от сети и величиной удерживающего тягового усилия.

Анализ осциллограмм показывает, что у двигателей с электромагнитными вставками на роторе под воздействием тормозного устройства изменение скорости идет вначале по квадратичной зависимости, а затем прямолинейно. У двигателей с электромагнитной вставкой на статоре скорость во время торможения изменяется прямолинейно. Кроме этого, при совершенно одинаковых условиях время срабатывания t_{cp} у электродвигателей со вставками на статоре меньше, чем у двигателей со вставками на роторе. Все это можно объяснить тем, что после отключения двигателя от сети удерживающие тяговые усилия в двигателях с электромагнитными вставками на статоре и на роторе различны по величине. Так, в двигателях со вставкой на роторе тяговое усилие в этом случае создается потокоцеплением обмотки ротора и потоками рассеяния короткозамкнутого кольца, а в двигателях со вставками на статоре оно создается лишь потокоцеплением обмотки статора.

Результаты исследований представлены в виде зависимостей

$$t_n = f(M_T); t_{oc} = f(M_T); t_T = f(M_T); t_n = f(M_c); t_{oc} = f(M_c); t_T = f(M_c)$$

на рис. 2, 3. Анализ результатов исследований показывает, что переходные процессы при включении двигателей сопровождаются ударными динамическими моментами, достигающими трехкратного значения по отношению к номинальному моменту и выше. При увеличении значений тормозного момента время пуска остается приблизительно постоянным, тогда как уменьшение времени останова достигает значительных величин. При увеличении маховых масс наблюдается пропорциональное увеличение времени переходных процессов как при пуске, так и при тор-

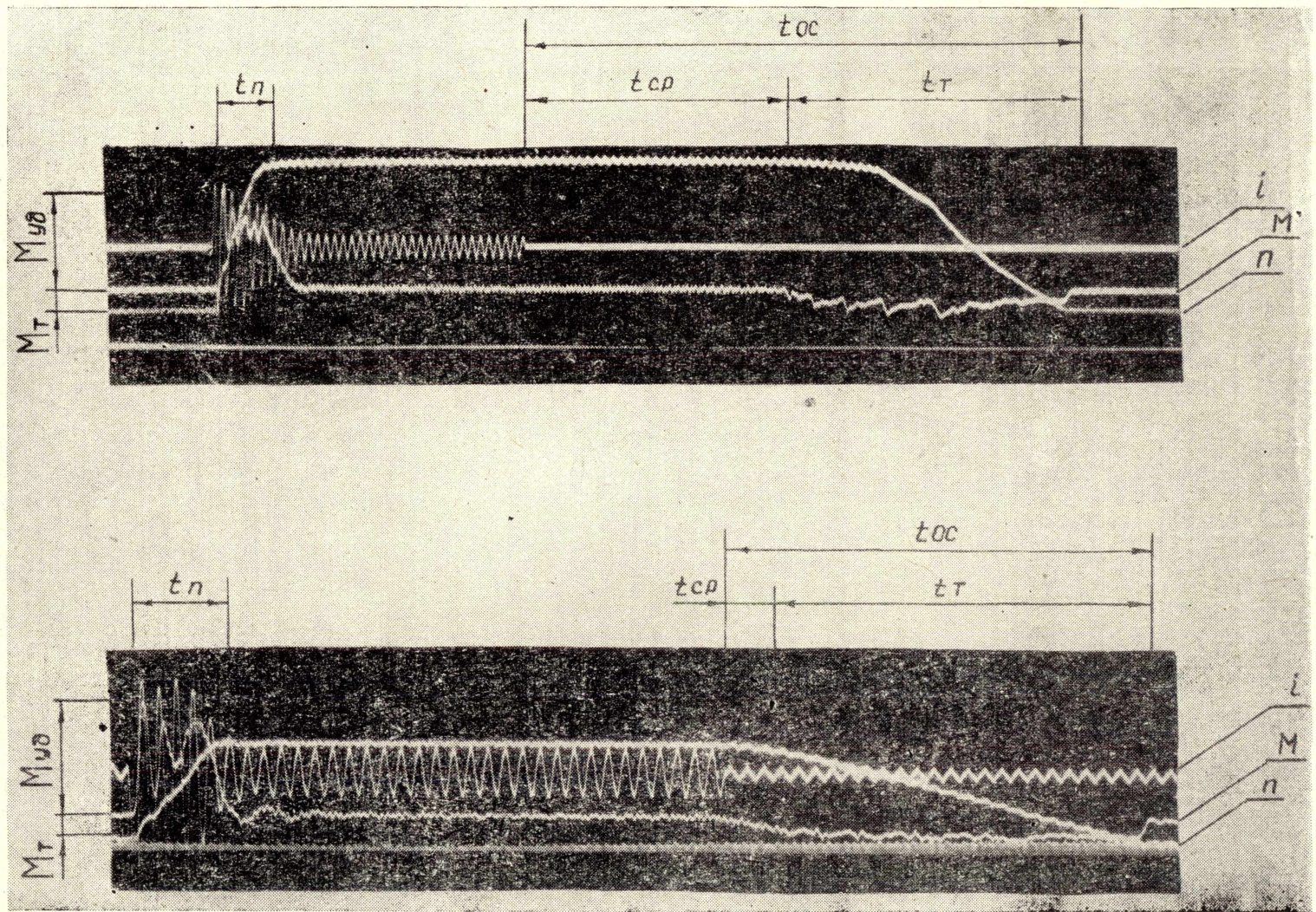


Рис. 1. Осциллограммы тока, скорости и динамического момента от времени: а) для двигателя со вставкой на роторе; б) для двигателя со вставкой на статоре.

можении. При увеличении же момента нагрузки на валу время переходных процессов при пуске возрастает, а время торможения уменьшается. Значительное увеличение тормозного момента, который определяется величиной сжатия пружины, приводит к притормаживанию при работе двигателя в установившемся режиме. Этим же и объясняется

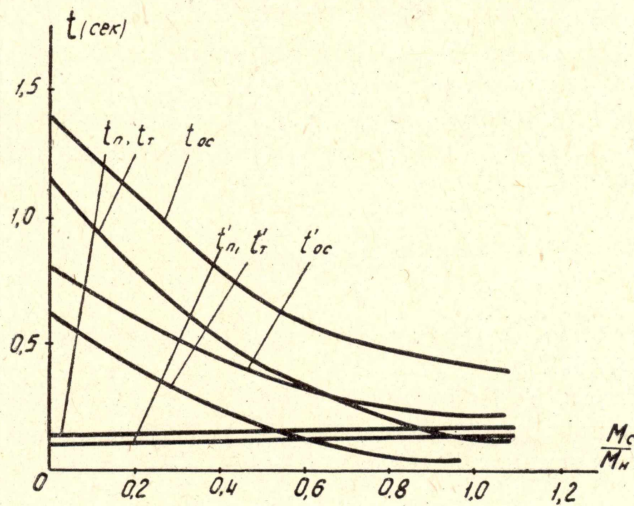


Рис. 2. Зависимости $t_n; t_r; t_{oc}$ от M_c при значениях $\frac{GD_{\Sigma}^2}{GD_{рот}^2} = 3,39$, $M_T = 0,380$ и $t'_n; t'_r; t'_{oc}$ при значениях $\frac{GD_{\Sigma}^2}{GD_{рот}^2} = 2,44$, $M_T = 0,380$ для двигателя 4A132M4EC

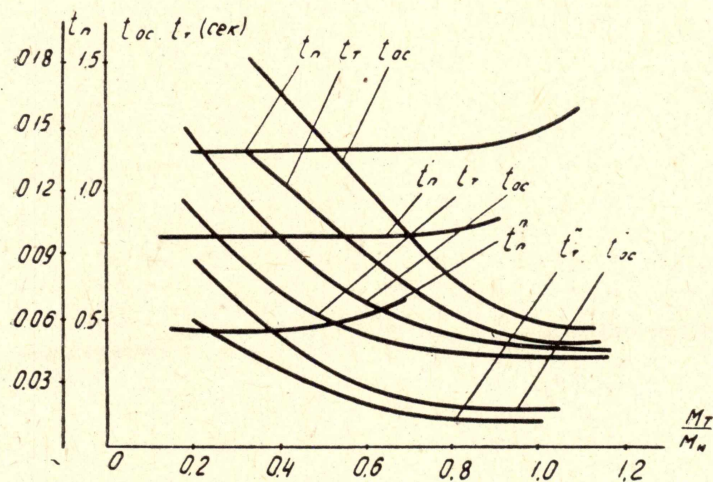


Рис. 3. Зависимости $t_n; t_r; t_{oc}$ от M_T при значениях $\frac{GD_{\Sigma}^2}{GD_{рот}^2} = 3,39$, $t'_n; t'_r; t'_{oc}$ от M_T при $\frac{GD_{\Sigma}^2}{GD_{рот}^2} = 2,44$, $t''_n; t''_r; t''_{oc}$ от M_T при $\frac{GD_{\Sigma}^2}{GD_{рот}^2} = 1,00$ для двигателя 4A132M4EC

некоторое увеличение времени пуска при увеличении тормозного момента.

В заключение следует сделать такие выводы:

1. С увеличением маховых масс привода величину тормозного момента необходимо увеличивать.

2. Величина момента сопротивления на валу не должна превышать момента торможения.

3. Более плавное срабатывание тормозного устройства наблюдается у СЭД со вставками на роторе.

4. Тормозная система асинхронных СЭД с электромагнитными вставками не оказывает существенного влияния на переходные процессы при пуске.

ЛИТЕРАТУРА

1. Э. М. Гусельников, Б. С. Цукерман. Самотормозящиеся электродвигатели. М., «Энергия», 1971.

2. А. И. Зайцев, М. П. Табинский, А. С. Бобровский. Снятие механических асинхронных двигателей путем измерения скорости вращения и ускорения двигателей в переходных режимах. Известия ТПИ, т. 117, 1963.
