

## О ПУЛЬСАЦИЯХ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ПИТАНИИ ОТ НПЧ

На зажимы асинхронного двигателя, питаемого от преобразователя частоты с непосредственной связью (НПЧ), подается в общем случае несимметричная трехфазная система несинусоидальных по форме напряжений. Вследствие этого в двигателе, кроме основного момента, создаваемого от взаимодействия первых гармоник потока и тока ротора, возникает ряд добавочных моментов, обусловленных взаимодействием потоков и токов ротора высших гармонических. Добавочные моменты от взаимодействия одноименных высших гармоник потока и тока ротора порядка  $K = 7, 13, 19, \dots$  являются двигательными, а  $K = 5, 11, 17, \dots$  — тормозными. Возникают еще так называемые пульсирующие моменты, которые обусловлены взаимодействием гармонических потоков и токов ротора разных порядков. На среднюю величину вращающего момента АД пульсирующие моменты не влияют, так как среднее значение их равно нулю. Однако пульсации суммарного электромагнитного момента АД могут вызывать такие нежелательные явления, как неравномерность вращения двигателя и вибрацию механической части привода.

Аналитическое исследование пульсаций скорости вращения АД при питании от НПЧ требует выполнения большого количества расчетов и очень трудоемко. При наличии экспериментальной установки целесообразным является проведение исследований о пульсациях скорости вращения двигателя опытным путем с помощью различных датчиков.

Данная работа посвящена исследованию пульсаций скорости вращения АД при питании от однофазно-трехфазного НПЧ [1] экспериментальным путем с помощью импульсного датчика (кодирующий диск дает 120 импульсов за один оборот) скорости. В качестве исследуемого двигателя использовался АД мощностью 1 кВт, 1410 об/мин с дополнительным моментом инерции на валу, равным четырехкратному значению момента инерции ротора двигателя.

При различных режимах работы системы НПЧ — АД и различных частотах питающего двигателя напряжения были сняты на пленку ряд осциллограмм с помощью осциллографа типа МПО2. Одна из полученных осциллограмм приведена на рис. 1, а. На ней изображены фазное напряжение  $u$ , ток  $i$  и скорость вращения двигателя в виде серии импульсов, выдаваемых дат-

чиком скорости для частоты  $f_2 = 0,8$  Гц в режиме непрерывного тока.

Обработка полученных осциллограмм с целью определения мгновенной скорости вращения АД производилась по следующей методике. Измерялись расстояния всех интервалов между импульсами на протяжении полупериода ( $T_2/2$ ) выходного напряжения НПЧ. Для увеличения точности все интервалы между импульсами предварительно увеличивались в несколько раз через фотоувеличитель.

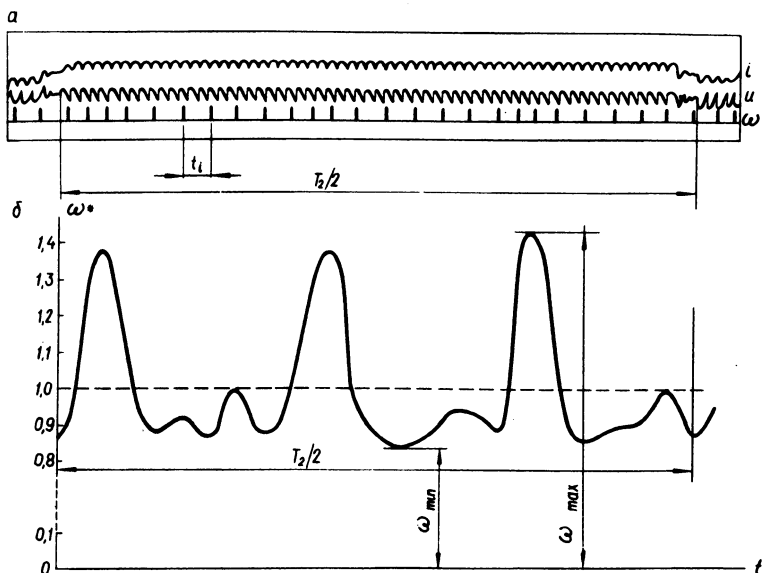


Рис. 1.

Тогда средняя скорость вращения АД за время  $T_2/2$

$$\omega_{\text{ср}} = \frac{\varphi \cdot n}{\sum_{i=1}^n t_i},$$

где  $n$  -- число интервалов между импульсами за время  $T_2/2$ ;  $\varphi$  -- угол поворота кодирующего диска датчика скорости на одно зубцовое деление;  $t_i$  -- длина  $i$ -го интервала, которая пропорциональна времени поворота диска датчика скорости на одно зубцовое деление.

Мгновенная скорость вращения АД на каждом интервале

$$\omega_i = \frac{\varphi}{t_i} .$$

В относительных единицах, принимая за базовую величину  $\omega_{\text{ср}}$ , мгновенная скорость вращения АД на  $i$ -ом интервале

$$\omega_i^* = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n \cdot t_i} = \frac{\tau}{t_i} ,$$

Здесь  $\tau = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}$  -- расстояние между соседними импульсами в случае равномерного вращения со скоростью  $\omega_{\text{ср}}$ .

Вычислив мгновенные скорости вращения АД для каждого интервала на протяжении  $T_2/2$ , строим график изменения скорости вращения двигателя. На рис. 1, б построен график изменения скорости вращения АД по осциллограмме рис. 1, а. Из этого графика видно, что амплитуда пульсаций скорости вращения двигателя, определяемая по формуле

$$\Delta\omega^* = \frac{\omega_{\text{max}} - \omega_{\text{min}}}{2 \omega_{\text{ср}}} ,$$

составляет величину 0,3. Наибольшие пульсации скорости вращения АД при этом имеют шестикратную частоту по отношению к частоте первой гармоники питающего двигателя напряжения.

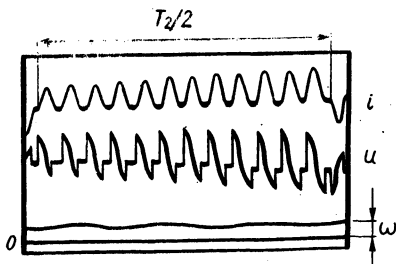


Рис. 2.

На рис. 2 приведена осциллограмма, показывающая характер изменения скорости вращения (нижняя кривая) АД типа АО-42/4 мощностью 2,8 кВт 1420 об/мин при питании от исследуемого НПЧ и работе в режиме прерывистого тока на частоте

4,2 Гц, где датчиком скорости служил тахогенератор типа ЭТ-7.

Амплитуда пульсаций  $\Delta\omega^*$  скорости вращения АД зависит и от момента инерции  $I$  вращающихся частей системы электропривода. При постоянной частоте питающего двигателя напряжения значение  $\Delta\omega^*$  уменьшается пропорционально увеличению  $I$  [2].

Анализ результатов, полученных при исследовании пульсаций скорости вращения АД при питании от НПЧ, показывает, что: а) наиболее выражены пульсации мгновенной скорости вращения с шестикратной частотой по отношению к частоте первой гармоники питающего двигателя напряжения; б) с уменьшением частоты питающего напряжения амплитуда пульсаций увеличивается (при частоте  $f_2 = 10$  Гц  $\Delta\omega^* = 0,03$ ; при  $f_2 = 2,2$  Гц  $\Delta\omega^* = 0,06$ , а при  $f_2 = 0,8$  Гц  $\Delta\omega^* = 0,35$ ); в) в режиме непрерывного тока амплитуда пульсаций скорости вращения немного меньше, чем в режиме прерывистого тока (при  $f_2 = 0,8$  Гц в режиме прерывистого тока  $\Delta\omega^* = 0,35$ , а в режиме непрерывного тока  $\Delta\omega^* = 0,3$ ); г) амплитуда пульсаций при холостом ходе АД несколько больше, чем при нагрузке (при холостом ходе для  $f_2 = 10$  Гц  $\Delta\omega^* = 0,03$ , а при номинальной нагрузке  $\Delta\omega^* = 0,025$ ).

#### Л и т е р а т у р а

1. Фираго Б.И., Павлович С.Н. Преобразователь частоты с непосредственной связью на симисторах без уравнительных токов. — "Изв. вузов. Энергетика", 1970, № 8. 2. Беспалов В.Я., Копылов И.П. Переходные процессы в асинхронных двигателях при несинусоидальном напряжении. — "Электричество", 1971, № 8.

Т.Т. Розум

#### РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В МАГНИТНОМ УСИЛИТЕЛЕ БЕЗ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ С ПОМОЩЬЮ НАПРАВЛЕННОГО ГРАФА

В следящих системах, в устройствах автоматического управления и регулирования важно знать факторы, которые качественно и количественно влияют на параметры переходных процессов магнитных усилителей (МУ) при различных режимах работы. В