

Е. И. Загудаев, А. А. Степанян,
М. П. Калмыков

УСТРОЙСТВО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ РАЗГОНА ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Процесс пуска электропривода является составной частью рабочего цикла. Большое значение имеет длительность пуска или время выхода электропривода на режим.

Прямой метод определения длительности пуска заключается в определении времени, в течение которого скорость двигателя достигнет своего номинального значения. В большинстве авиационных электроприводов затруднен доступ к валу электродвигателя, а выходной вал привода имеет настолько малые обороты, что фиксирование момента выхода на режим связано с большими погрешностями.

В связи с этим возникла необходимость определения времени разгона одним из косвенных способов, в частности, были исследованы возможности нахождения времени выхода на режим при помощи пускового тока.

Электродвижущая сила двигателей постоянного тока

$$E = U - I_{я}R_{я}, \quad (1)$$

где U — напряжение питания;

$R_{я}$ — сопротивление цепи якоря.

Э. д. с., выраженная через скорость вращения и магнитный поток

$$E = K_e \Phi \cdot n, \quad (2)$$

где n — скорость вращения якоря;

Φ — магнитный поток, пронизывающий якорь.

Для двигателей с постоянными магнитами $\Phi = \text{const}$.

Пользуясь выражениями (1) и (2), получим уравнение скоростной характеристики

$$n = \frac{U}{K_e \Phi} - \frac{R_{я}}{K_e \Phi} I_{я}. \quad (3)$$

Откуда видно, что при $n \rightarrow \text{const}$ будет $I_n \rightarrow \text{const}$, так как все другие величины постоянны.

Другими словами, в момент, когда скорость двигателя достигнет своего номинального значения, пусковой ток станет равным установившемуся значению. Это было подтверждено экспериментально

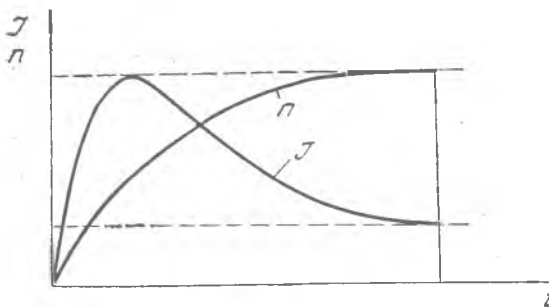


Рис. 1.

при помощи шлейфового осциллографа, на один вход которого подавали напряжение с тахогенератора, пропорциональное скорости электродвигателя, а на другой — напряжение, снимаемое с дополнительного сопротивления $R_{\text{доб}}$, включенное последовательно в цепь якоря (рис. 1).

Наиболее простым способом определения времени выхода электродвигателя на режим является дифференцирование характеристики пускового тока. В момент, когда пусковой ток достигнет установившегося значения, на выходе дифференцирующего устройства будет нуль ($\frac{dI_n}{dt} = 0$, при $I_n = \text{const}$), фиксируемый нуль-органом. Полученное время дифференцирования пускового тока от начала разгона до нулевого значения и будет искомым.

Такой способ является пригодным для бесколлекторных двигателей. А у двигателей постоянного тока при вращении якоря возникают помехи, спектры которых лежат в большом диапазоне частот, эти помехи при дифференцировании значительно искажают производную.

Авторами разработана система для определения времени выхода электропривода на режим с предварительным запоминанием установившегося значения тока, обладающая высокой помехоустойчивостью. На рис. 2 приведена схема этого устройства.

В цепь якоря испытуемого электродвигателя последовательно включается дополнительное сопротивление, величина которого не должна вносить значительных погрешностей в показания пускового тока. Значение $R_{\text{доб}} \leq 1/50 R_{\text{я}}$.

Принцип действия системы заключается в том, что установившееся значение пускового тока запоминается после предварительного запуска электродвигателя емкостью, включенной на вход эмиттерного повторителя. При следующем запуске двигателя повторное значение пускового тока сравнивается с запомненным, а разность двух значений управляет триггером Шмидта, работаю-

щим как нуль-орган. Время между вторым запуском и моментом сравнения значений пусковых токов и будет временем выхода электропривода на режим. При повторном включении электродвигателя с разрешения схемы «И», второй вход которой управляется триггером Шмидта, запускается счетчик импульсов. При разнице двух значений пускового тока, равной нулю, триггер Шмидта запирает схему «И», а количество импульсов, заполнивших ворота, будет соответствовать времени пуска.

Остановка и повторный пуск электродвигателя осуществляются автоматически при помощи двух реле РМУГ, имеющих четыре перекидывающихся контакта.

При включении тумблера происходит пуск электродвигателя на время, в течение которого он может достичь своих номинальных оборотов с необходимым запасом. Эта задержка обеспечивается при помощи конденсатора, включенного параллельно вводу эмиттерного повторителя, в эмиттерную цепь которого включена обмотка реле P_1 . Применение эмиттерного повторителя значительно уменьшает величину емкости. Конденсатор емкостью 30 мкф позволяет осуществить задержку включения реле на время, равное 300 мсек и вполне достаточное для разгона любого электропривода. Напряжение, пропорциональное установившемуся значению пускового тока, снимаемое с сопротивления $R_{доб}$, фильтруется фильтром RC . Напряжение, усиленное усилителем постоянного тока, собранным на транзисторах $T_3 \div T_6$, запоминается конденсатором.

Через 300 мсек после запуска сработает реле P_1 , нормально замкнутые контакты $1P_1$ разомкнутся, и двигатель остановится. Одновременно разомкнутся нормально замкнутые контакты $2P_1$ и $3P_1$, запоминающий конденсатор окажется отключенным от цепей. Контакты $4P_1$ замыкаются, и питание подается на обмотку реле P_2 , которое обеспечивает задержку повторного включения до полного

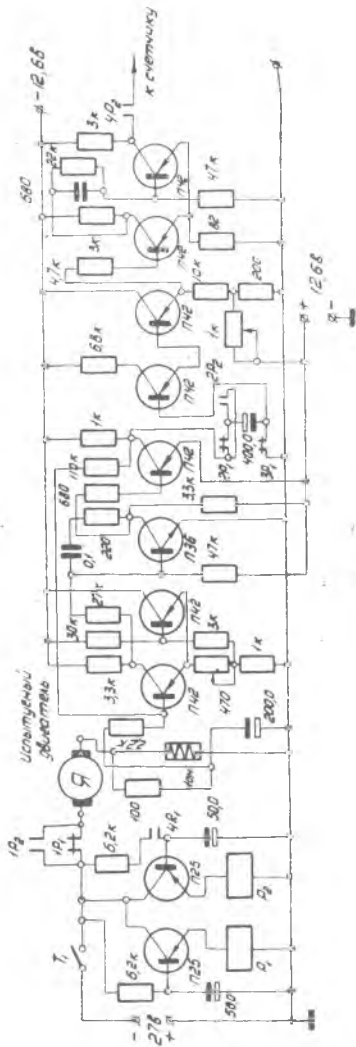


Рис. 2.

останова двигателя на время 300 мсек. Через этот промежуток времени сработает реле P_2 , нормально разомкнутые контакты $1P_2$ замкнутся, и двигатель включится. Одновременно замкнутся контакты $2P_2$ и конденсатор, подключенный ко входу эмиттерного повторителя, оказывается встречно включенным с сигналом, поступающим повторно с электродвигателя.

Таким образом, на вход эмиттерного повторителя будет поступать разность между двумя значениями напряжения: запомненным значением, пропорциональным установившемуся току, и напряжением повторного сигнала. Так как сигналы идентичны, то при нулевой разнице между двумя этими значениями происходит переброс триггера Шмидта, подающего сигнал запрещения схема «И», на второй вход которой подавались импульсы с генератора, включаемого при повторном запуске.

ЛИТЕРАТУРА

1. К. Н. Борисов, В. Д. Нагорский. Электропривод летательных аппаратов. «Машиностроение», 1967.

2. Г. П. Хализев, В. И. Серов. Расчет пусковых, тормозных и регулировочных устройств для электродвигателей. «Высшая школа», 1966.

3. В. В. Губанов, В. И. Торопов. Пособие к лабораторным работам по теории электроприводов. «Высшая школа», 1968.

