

Е. И. ЗАГУДАЕВ, А. А. СТЕПАНЯН,
М. П. КАЛМЫКОВ

НАГРУЗОЧНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ МИКРОЭЛЕКТРОПРИВодОВ

При испытаниях на стендах электроприводов авиационной автоматики в число прочих испытаний приводов входит испытание под нагрузкой. Имитация нагрузки производится с помощью специальных нагрузочных устройств. Для некоторых типов приводов нагружение их обычными способами либо затруднено, либо вообще невозможно. Это объясняется тем, что у таких приводов угловые скорости выходного вала могут быть очень малыми — поряд-

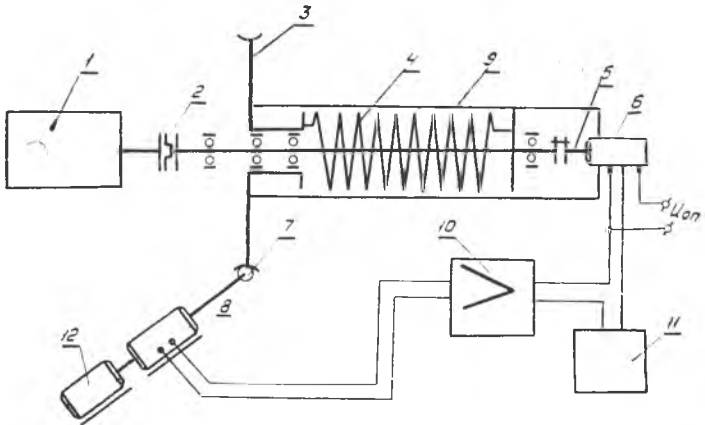


Рис. 1

ка единиц градусов в секунду. Кроме того, нагрузочное устройство должно обеспечивать дистанционное управление моментом нагрузки на валу электропривода.

Эти и ряд других причин вынудили разработать специальное нагрузочное устройство, допускающее дистанционное управление

моментом нагрузки при малых угловых скоростях приводов, сравнительно больших моментах нагрузки и малом весе нагрузочного устройства.

Ниже будет рассмотрена принципиальная кинематическая схема нагрузочного устройства.

Схема нагрузочного устройства изображена на рис. 1. Выходной вал испытуемого электропривода 1 через муфту 2 соединяется со входным валом нагрузочного устройства. Правый конец этого вала жестко соединен с измерительной пружиной 4 и с движком 5 потенциометра.

На левом участке вала на подшипниках находится червячная шестерня 3 редуктора. Она жестко соединена со вторым концом пружины и с помощью стакана 9 с корпусом потенциометра. Шестерня 3 посредством червяка 7 соединена с валом электродвигателя 8, который, в свою очередь, соединен с тахогенератором 12. На обмотку потенциометра подается опорное напряжение $U_{оп}$.

Напряжение с движка потенциометра сравнивается с напряжением задатчика моментов 11 и разность подается на усилитель 10, управляющий электродвигателем.

Перед началом испытаний электропривод должен быть присоединен через муфту к нагрузочному устройству. Так как привод со стороны выходного вала является самотормозящим, то приложение момента к нему не вызовет вращения привода.

С помощью задатчика момента 11 выставляется необходимый момент нагрузки на валу испытуемого привода. С выхода задатчика момента поступает напряжение, пропорциональное установленному моменту

$$U_{\text{вых. зад}} = K_1 M_{\text{зад}}. \quad (1)$$

Оно сравнивается с напряжением, поступающим с линейного потенциометра 6 и подается на усилитель рассогласования. Поскольку потенциометр линейный, то выходное напряжение с него пропорционально его углу поворота:

$$U_{\text{вых. пот}} = K_2 \varphi_{\text{пот}}, \quad (2)$$

где $\varphi_{\text{пот}}$ — угол поворота движка потенциометра относительно его корпуса.

Так как движок 5 потенциометра через муфту соединен с правым концом пружины, а корпус 6 через стакан 9 с левым, то угол поворота движка потенциометра относительно корпуса равен углу закручивания пружины

$$\varphi_{\text{пруж}} = \varphi_{\text{пот}}.$$

Если пружина работает на линейном участке, то момент пружины пропорционален ее углу закручивания:

$$M_{\text{пруж}} = K_3 \varphi_{\text{пруж}} = K_3 \varphi_{\text{пот}} \quad (3)$$

Используя равенства (2) и (3) получим

$$U_{\text{вых. пот}} = \frac{K_2}{K_3} M_{\text{пруж}}. \quad (4)$$

Следовательно, выходное напряжение с потенциометра пропорционально моменту на пружине или, что то же самое, моменту на выходном валу привода, так как пружина одним концом закреплена к шестерне 3, а другим к валу нагрузочного устройства.

Разность напряжений: $U_{\text{вых. зад}} - U_{\text{вых. пот}}$ подается на усилитель рассогласования 10, который управляет вращением электродвигателя 8, связанного через червяк 7 и червячную шестерню 3 с левым концом измерительной пружины и через стакан 9 с корпусом 6 потенциометра.

Следовательно, двигатель закручивает пружину и одновременно поворачивает корпус потенциометра относительно его движка, т. к. движок 5 связан с валом нагрузочного устройства. Направление вращения двигателя выбрано таким, чтобы всегда разность $U_{\text{вых. зад}} - U_{\text{вых. пот}}$ стремилась к нулю.

При достаточно большом коэффициенте усиления усилителя можно считать, что $U_{\text{вых. зад}} - U_{\text{вых. пот}} = 0$, т. е. $U_{\text{вых. зад}} = U_{\text{вых. пот}}$.
Если выбрать:

$$K_1 = \frac{K_2}{K_3} \quad (5)$$

и подставить (5) в (1), то получим:

$$U_{\text{вых. зад}} = \frac{K_2}{K_3} M_{\text{зад}}.$$

Поскольку $U_{\text{вых. пот}} = U_{\text{вых. зад}}$,
то и $\frac{K_2}{K_3} M_{\text{пруж}} = \frac{K_2}{K_3} M_{\text{зад}}$ или $M_{\text{пруж}} = M_{\text{зад}}$ (6)

Из этого следует, что данное нагрузочное устройство создает момент на валу привода, равный заданному моменту.

После того как нагрузочное устройство отследит заданный момент, включается двигатель испытуемого электропривода.

Вращение с выходного вала привода передается через вал нагрузочного устройства пружине и начинает ее закручивать. Одновременно с этим поворачивается вал 5 движка потенциометра относительно его корпуса.

Возникает (ранее скомпенсированное) рассогласование между напряжением датчика и напряжением с потенциометра. Оно подается на усилитель, и двигатель вращает левый конец пружины до тех пор, чтобы рассогласование было равным нулю. А это выполняется в случае (6).

Поскольку для данного выбранного момента $U_{\text{вых. зад}} = \text{const}$, то из формул (6) и (4)

$$\frac{K_2}{K_3} M_{\text{пруж}} = \text{const},$$

т. е. независимо от того, вращается вал привода или нет, нагру-

зочное устройство обеспечивает момент пружины, равный заданному моменту, т. е. всегда:

$$M_{\text{пруж}} = M_{\text{зад.}}$$

Задатчик момента

Задатчик моментов представляет собой 3-декадный делитель напряжений, собранный на 3-х номиналах прецизионных проводочных сопротивлений.

Поскольку потенциометр нагрузочного устройства и делитель задатчика моментов запитываются от одного источника опорного напряжения, то колебания самого напряжения не будут сказываться на работе нагрузочного устройства.

Усилитель

Усилитель небаланса представляет собой транзисторный усилитель постоянного тока. Для обеспечения реверса двигателя, а также для увеличения к. п. д. и мощности усилителя выходной каскад его построен по мостовой схеме.

Тахогенератор

Для определения скорости вращения испытуемого электропривода в самом нагрузочном устройстве расположен тахогенератор, соосно сцепленный с валом электродвигателя. Поскольку коэффициент передачи редуктора нагрузочного устройства не изменяется и является известной величиной, то скорость вращения тахогенератора пропорциональна скорости вращения электропривода

$$n_{т. г} = K n_{\text{пр.}}$$

Напряжение с тахогенератора пропорционально его скорости вращения:

$$U_{т. г} = K' n_{т. г} = K' K n_{\text{пр.}}$$

или

$$U_{т. г} = K'' n_{\text{пр.}}$$

Поэтому с выхода тахогенератора получили напряжение, пропорциональное скорости вращения электропривода.

На основе разработанной кинематической схемы было спроектировано и изготовлено нагрузочное устройство.

Технические характеристики

1. Диапазон моментов — $0,15 \div 2,5$ кгм
2. Диапазон скоростей — $2 \div 120$ град/сек
3. Потребляемая мощность $40 \div 50$ вт

4. Вес — 7 кг

5. Габаритные размеры 480×180×240 мм

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Б. Фролов. Измерение крутящего момента. «Энергия», 1967.
 2. А. М. Турчин. Электрические измерения неэлектрических величин. Изд. 3-е, «Госэнергоиздат», 1962.
 3. Н. С. Николаенко. Проектирование транзисторных усилителей. «Энергия», 1968.
-