

УДК 62-83-52

## НАГРУЗОЧНОЕ УСТРОЙСТВО

В.В. Тодарев, В.А. Савельев, И.Н. Бураченко  
Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого»,  
г. Гомель, Республика Беларусь

Аннотация: Цель работы состоит в упрощении конструкции нагрузочного устройства, снижение его стоимости, повышение энергоэффективности испытания механических трансмиссий при переменной нагрузке и постоянстве скорости вращения.

Для достижения указанной цели предложено в качестве нагрузочной машины использовать асинхронную машину с короткозамкнутым ротором с числом пар полюсов обмоток статора не менее двух, полюсные обмотки разделены на две электрически не связанные части, одна из которых подключена к питающей сети напрямую, другая – через регулятор напряжения с возможностью рекуперации энергии в сеть, соединенный с выходом системы управления.

Ключевые слова: асинхронный электродвигатель, асинхронный электропривод, нагрузочное устройство, испытательный стенд.

Annotation: The aim of the work is to simplify the design of the loading device, reducing its cost, increasing the energy efficiency of testing mechanical transmissions under variable load and constant speed of rotation.

To achieve the goal it was proposed to use a squirrel-cage asynchronous machine with a number of pole pairs of stator windings at least two, the pole windings are divided into two electrically unrelated parts, one of which is connected to the power grid directly, the other is connected through a voltage regulator with the possibility of energy recovery into the grid, connected to the output of the control system.

Keywords: asynchronous electric motor, asynchronous electric drive, loading device, testing bench.

Часто при испытаниях механических трансмиссий необходима имитация реальной нагрузки вращательного характера с переменным моментом сопротивления при поддержании постоянства скорости вращения. Для этого применяются нагрузочные устройства.

Общим недостатком существующих нагрузочных устройств является высокая стоимость, обусловленная необходимостью использования преобразователя, мощность которого не менее мощности нагрузочного электродвигателя.

Цель работы состоит в упрощении конструкции нагрузочного устройства, снижение его стоимости, повышение энергоэффективности испытания механических трансмиссий при переменной нагрузке и постоянстве скорости вращения.

Для достижения указанной цели предложено в качестве нагрузочной машины использовать асинхронную машину с короткозамкнутым ротором с числом пар полюсов обмоток статора не менее двух, полюсные обмотки разделены на две электрически не связанные части [1], одна из которых подключена к питающей сети напрямую, другая – через регулятор напряжения с возможностью рекуперации энергии в сеть, соединенный с выходом системы управления.

На рисунке 1 изображена функциональная схема предлагаемого нагрузочного устройства.

Нагрузочное устройство (см. рис. 1) содержит асинхронную машину 1 с короткозамкнутым ротором, полюсные обмотки статора которой разделены на две электрически не связанные части. Одна часть обмоток статора подключена к питающей сети 2 напрямую, другая – через регулятор 3 напряжения. Регулятор напряжения предназначен для формирования переменной составляющей момента нагрузки и подключен к выходу системы 4 управления.

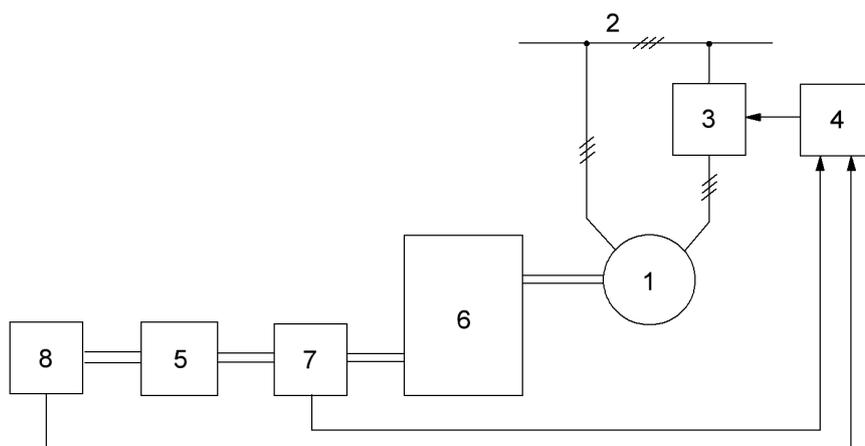


Рис. 1 – Функциональная схема нагрузочного устройства

Вал асинхронной машины 1 механически соединён с валом испытуемой трансмиссии 5 через передаточное устройство 6, предназначенное для перевода асинхронной машины 1 в генераторный режим, и датчик 7 момента. С валом испытуемой трансмиссии также механически соединен датчик 8 скорости. Датчики момента и скорости предназначены для получения информации о фактических значениях нагрузочного момента и скорости соответственно. Выходы датчиков 7 момента и 8 скорости соединены с системой 4 управления.

Для работы устройства необходимо установить передаточное число передаточного устройства таким, чтобы асинхронная машина перешла в

генераторный режим. Соотношение полюсных обмоток статора выбираем таким, чтобы часть обмотки, подключённая к питающей сети напрямую, обеспечивала постоянную составляющую нагрузочного момента  $M_{-}$  (см. рис. 2), а другая часть обмотки, подключённая через регулятор напряжения, задавала переменную составляющую момента нагрузки  $M_{\sim}$  при помощи системы управления. Суммарная нагрузка представляет собой сумму моментов  $M_T = M_{\sim} + M_{-}$  и, при необходимости, может быть скорректирована исходя из реальных значений, полученных от датчиков момента и скорости.

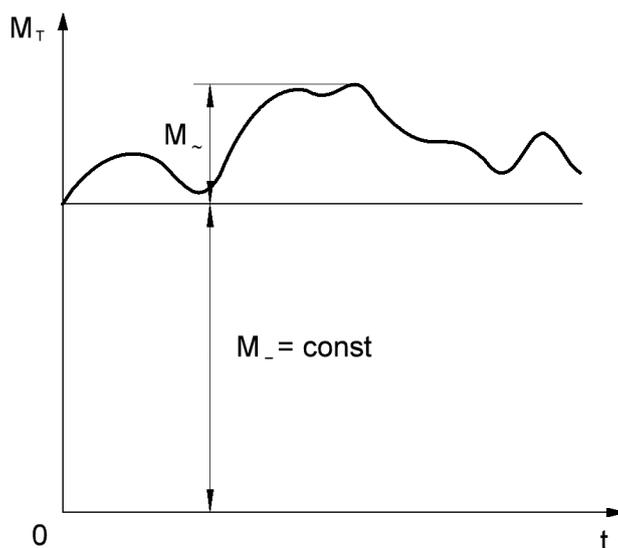


Рис. 2 – Нагрузочная диаграмма устройства

На рисунке 3 показана механическая характеристика  $M1$ , полученная с помощью части полюсной обмотки статора, подключённой к сети напрямую и создающей постоянную составляющую момента  $M$  при постоянной скорости  $\omega_{исп}$  вращения. Механические характеристики  $M2$ ,  $M2'$ ,  $M2''$  обеспечивают получение различных по величине значений  $M$ ,  $M_{\sim}$ ,  $M_{\sim}$  переменной составляющей момента нагрузки, и получены с помощью части полюсной обмотки статора, подключённой к сети через регулятор напряжения, при различных значениях напряжения на выходе регулятора. Механическая характеристика  $M3$  представляет собой сумму характеристик  $M1$  и  $M2$ , и обеспечивает суммарный тормозной момент нагрузки  $M_T$ .

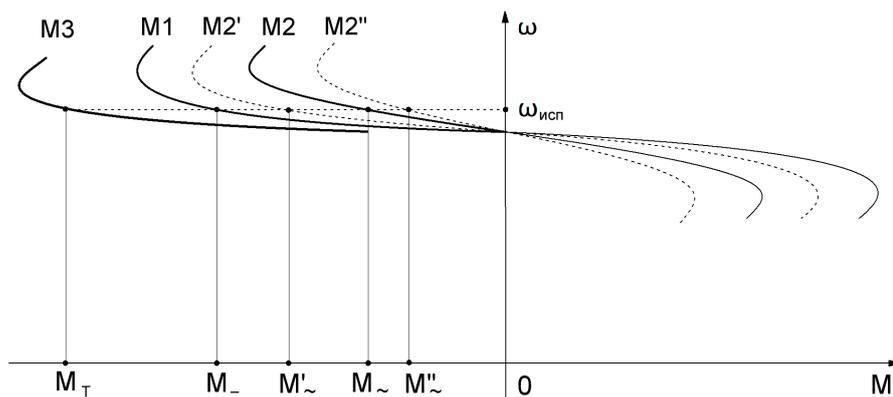


Рис. 3 – Механические характеристики нагрузочного устройства

Генераторное торможение с рекуперацией электроэнергии в сеть при переменной составляющей нагрузки обеспечивается соответствующей функцией регулятора напряжения. За счёт применения регулятора напряжения с функцией рекуперации энергии в сеть также обеспечивается повышение энергоэффективности нагрузочных испытаний.

При стендовых испытаниях объектов вращения с постоянной скоростью достаточно простейшего недорогого передаточного устройства для перевода двигателя в генераторный режим, что снижает стоимость устройства.

Так как переменная составляющая нагрузки в большинстве случаев не превышает 20% от суммарной нагрузки, стоимость устройства снижается за счёт применения маломощного регулятора напряжения, рассчитанного на передачу мощности только переменной составляющей нагрузки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Патент ВУ 12022, МПК Н 02Р 23/03, Н 02К 17/16, 2018.