

В. В. ТОДАРЕВ, М. Н. ПОГУЛЯЕВ, В. А. САВЕЛЬЕВ

Учреждение образования «Гомельский государственный
 технический университет им. П. О. Сухого»

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СТЕНДЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

***Аннотация.** Рассмотрены возможности применения ресурсосберегающих технологий при создании энергосберегающих электромеханических испытательных стендов, позволяющих проводить нагрузочные испытания сложной военной техники. Приведены наиболее перспективные с точки зрения энергосбережения схемы построения испытательных стендов.*

Современная военная техника (ВТ) представляет собой сложную техническую систему, состоящую из множества различных узлов и агрегатов. От их работоспособности и технических характеристик зависит общий уровень надежности эксплуатируемой и вновь создаваемой техники. В связи с этим испытания новых и модернизированных единиц военной техники – неотъемлемая часть процесса создания сложной техники на предприятиях военно-промышленного комплекса. Важной частью этого процесса являются стендовые испытания под нагрузкой наиболее ответственных элементов в конструкции боевых машин и комплексов – силовой установки (двигатель внутреннего сгорания) и механических преобразовательных элементов (коробки передач, редукторы, валы). Техническая сложность проведения таких испытаний связана со значительной мощностью силовых агрегатов современных боевых машин и сопровождается повышенными затратами энергии и ресурсов. Выходом из этой ситуации является использование энергосберегающих испытательных стендов.

Одним из направлений научно-практической деятельности кафедры «Автоматизированный электропривод» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого» является разработка, изготовление и модернизация энергосберегающих электромеханических испытательных стендов.

Электромеханические испытательные стенды по сравнению с электрогидравлическими и механическими обладают более широкими возможностями. Одним из таких преимуществ является их энергоэффективность [1, 2]. Механическая мощность испытуемого двигателя возвращается (рекуперирована) в электрическую сеть практически полностью в виде электрической мощности, генерируемой нагружающим устройством, за вычетом обязательных потерь в элементах стенда. При этом КПД электрических машин довольно высокий – 0,8...0,9, а у статических преобразователей – еще выше – 0,95...0,98. Другими преимуществами электромеханических испытательных стендов является их быстроедействие, способность воспроизводить динамические нагрузки и реализовать различные законы изменения нагрузки.

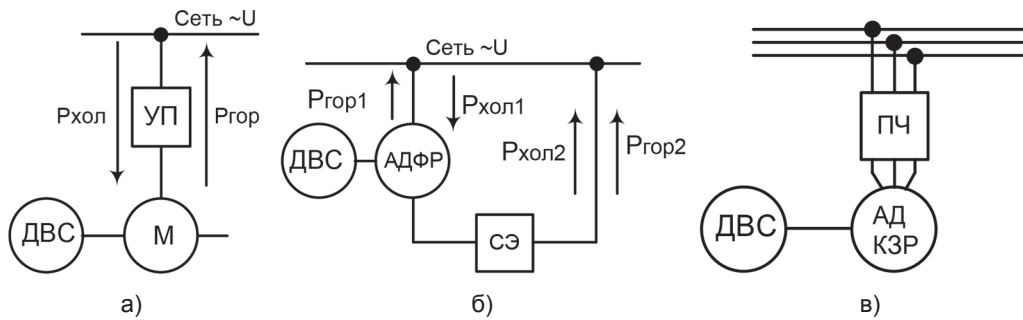
При всем разнообразии электромеханических испытательных стендов их можно разделить на несколько групп, основными из которых являются:

1. Стенды для испытаний двигателей внутреннего сгорания (ДВС)

Стенд на базе электрической машины постоянного тока (рис. 1а) обеспечивает два режима: холодной обкатки, в этом случае машина постоянного тока работает в двигательном режиме, и горячей обкатки – машина работает в генераторном режиме, нагружая испытуемый ДВС.

Управляемый преобразователь обеспечивает регулирование и стабилизацию технических и технологических показателей работы стенда при холодной и горячей обкатке, причем в последнем случае обеспечивая рекуперацию генерируемой электрической энергии в сеть.

В испытательном стенде (рис. 1б) холодная обкатка осуществляется в двигательном режиме работы асинхронного электродвигателя с фазным ротором (АДФР), горячая – в генераторном, при скорости вращения вала электродвигателя выше синхронной. Введение в цепь ротора согласующего элемента позволяет в обоих случаях возвращать в сеть часть активной мощности. Схемно согласующий элемент представляет собой ведомый сеть инвертор с промежуточным выпрямителем (асинхронно-вентильный каскад).



ДВС – испытуемый двигатель внутреннего сгорания; М – машина постоянного тока;
 УП– управляемый преобразователь, $P_{хол}$ – мощность в режиме холодной обкатки;
 $P_{гор}$ – мощность в режиме горячей обкатки; АДФР – асинхронный электродвигатель с фазным ротором; СЭ – согласующий элемент; АДКЗР – асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором; ПЧ – преобразователь частоты

Рисунок 1. – Функциональные схемы стендов для испытания двигателей внутреннего сгорания: а) – на базе электрической машины постоянного тока;
 б) – на базе асинхронного электродвигателя с фазным ротором;
 в) – на базе асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором

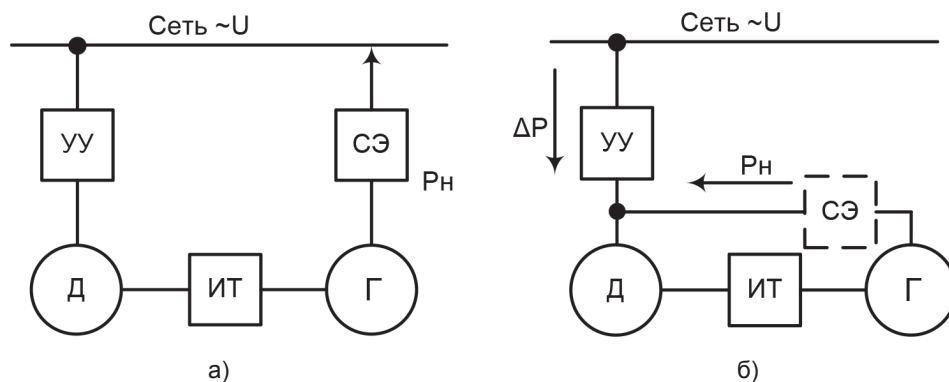
Коэффициент полезного действия (КПД) при рекуперации

$$\eta = \eta_M \cdot \eta_{УП}$$

где η_M – КПД машины постоянного тока;
 $\eta_{УП}$ – КПД управляемого преобразователя.

Управление работой асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором (АДКЗР) (рис. 1в) в режимах холодной и горячей обкатки осуществляется частотным преобразователем ПЧ, имеющим, также как и АДКЗР, высокие энергетические характеристики. При наличии в составе ПЧ рекуператора возврат энергии в сеть в режиме горячей обкатки осуществляется на всем диапазоне рабочих скоростей. Недостаток такой схемы – высокая стоимость частотного преобразователя.

2. Стенды для испытания трансмиссий, редукторов, и т.п.
 Стенды такого типа строят в основном по двум схемам (рис. 2).



УУ – управляющее устройство, Д – приводной двигатель, Г – нагружающий генератор,
 СЭ – согласующий элемент, ИТ – испытуемая трансмиссия

Рисунок 2. – Функциональные схемы стендов для испытания трансмиссий, редукторов и т.п. а) – с рекуперацией энергии в сеть; б) – по схеме взаимной нагрузки

Вариант по схеме (рис. 2б) предпочтителен, поскольку из сети потребляется лишь часть нагружаемой мощности, равная потерям мощности ΔP в двигателе, генераторе испытуемой трансмиссии и согласующих элементах. В этом случае, номинальная

мощность управляющего устройства (УУ) выбирается исходя из суммарных потерь мощности в элементах стенда, и для ряда схем, например, ДПТ – ГПТ, согласующий элемент (СЭ) не требуется.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Тодарев, В. В. Энергосберегающие электромеханические стенды для испытания двигателей внутреннего сгорания и трансмиссий сельскохозяйственной техники / В. В. Тодарев, М. Н. Погуляев, И. В. Дорощенко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка. Технічні науки. Випуск 101. Проблеми енергозабезпечення та енергосбереження в АПК України. – Харків, 2010. – С. 90–91.

2. Тодарев, В. В. Взаимная нагрузка в электромеханических стендах для испытания электрических машин / В. В. Тодарев, М. Н. Погуляев, И. В. Дорощенко // Современные проблемы машиноведения: тез. докл. VIII междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. 115-летию со дня рождения Павла Осиповича Сухого) (г. Гомель, 28–29 окт. 2010 г.) / под общ. ред. С. И. Тимошина. – Гомель: ГГТУ, 2010. – С. 149–150.

TODAREV V. V., PAHULIAYEU M. N., SAVELIEV V. A.

Sukhoi State Technical University of Gomel

ENERGY EFFICIENT ELECTROMECHANICAL STANDS FOR TESTING MILITARY EQUIPMENT

Summary. *The possibilities of application of resource-saving technologies in the creation of energy-saving Electromechanical test benches, allowing to carry out load tests of complex military equipment. The most perspective from the point of view of energy saving schemes of construction of test stands are given.*