

**СПЕЦИФИКА СТЕНДОВ ИСПЫТАНИЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ  
ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПО СХЕМЕ ВЗАИМНОЙ НАГРУЗКИ  
СО СТАТИЧЕСКИМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ**

При производстве тяговых электродвигателей постоянного и переменного тока все изготовленные электродвигатели в соответствии с требованиями ГОСТ 183 и ГОСТ 2582 проходят приёмо-сдаточные испытания (ПСИ).

Одним из пунктов ПСИ является испытание на нагревание электродвигателей в режиме непосредственного нагружения, проводимые, как правило, в часовом режиме. Для непосредственного нагружения используются специализированные нагрузочные машины или метод взаимной нагрузки [1]. При проведении массовых испытаний двигателей, как с точки зрения сокращения расхода электроэнергии, так и увеличения пропускной способности испытательной станции более эффективен метод взаимного нагружения, при котором испытания проходят на двух однотипных электродвигателях, один из которых работает в режиме двигателя, второй – в режиме генератора. При этом в питающую сеть возвращается энергия, потребляемая двигателем за вычетом потерь в агрегате.

В настоящее время ведущие изготовители тяговых электродвигателей - ГП «Завод «Электротязмаш», г. Харьков, Украина и ООО «ПК «НЭВЗ», г. Новочеркасск, РФ, методом взаимной нагрузки испытывают тяговые электродвигатели постоянного и пульсирующего тока. Режим испытания обеспечивается системой из двух электромашинных агрегатов. Один агрегат, называемый линейным генератором, обеспечивает требуемое напряжение на якоре электродвигателя, работающего в двигательном режиме. Второй агрегат, называемый бустерным, или вольтодобавочным, обеспечивает требуемую величину тока якорею обоих электродвигателей. В связи с рядом технических сложностей, тяговые асинхронные электродвигатели в заводских условиях на предприятиях СНГ методом взаимного нагружения до недавнего времени не испытывали.

На протяжении 2007-2008 гг. Международным консорциумом «Энергосбережение» создан автоматизированный испытательный комплекс для проведения ПСИ при массовом производстве тяговых электродвигателей постоянного и пульсирующего тока, а также тяговых асинхронных электродвигателей с использованием современных статических преобразователей постоянного и переменного тока.

Использование статических преобразователей вместо электромашинных агрегатов обеспечивает следующие преимущества:

- 1) Универсальность оборудования, позволяющая на одном стенде испытывать широкую номенклатуру двигателей.
- 2) Снижение потребления электроэнергии за счёт повышения общего КПД системы.
- 3) Повышение эффективности испытания электродвигателей.
- 4) Повышение безопасности работы эксплуатационного персонала.
- 5) Снижение площади в цеху, занимаемой испытательным оборудованием.

Структурная схема испытательного стенда для испытания тяговых электродвигателей постоянного и пульсирующего тока приведена на рисунке 1.

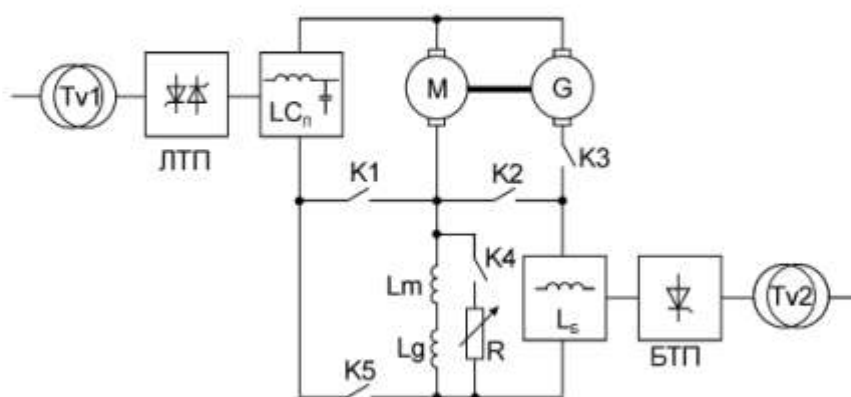


Рисунок 1. – Структурная схема испытательного стенда для испытания тяговых электродвигателей постоянного и пульсирующего тока

Схема содержит: понижающие трансформаторы (TV1, TV2), линейный статический преобразователь ЛТП, бустерный статический преобразователь БТП, двигатель M, генератор G с обмотками возбуждения двигателя  $L_m$  и генератора  $L_g$ , фильтр напряжения LC<sub>д</sub>, сглаживающий дроссель L<sub>д</sub>, резистор ослабления поля R и коммутационные аппараты K1-K5.

При проектировании статических преобразователей постоянного тока были решены следующие задачи, обусловленные спецификой испытуемых электродвигателей и требованиями ГОСТ:

1) Тяговые электродвигатели постоянного тока используются для привода электровозов, которые питаются от контактной сети 3 кВ. При этом номинальное напряжение одного электродвигателя – 1500 В. При этом, испытания на повышенную частоту вращения должны проводиться при напряжении, на 50% больше номинального, т.е. 2250 В.

2) Требуемая точность поддержания питающего напряжения и тока очень высока: на протяжении 60 мин. испытания отклонение напряжения не должно превышать  $\pm 2\%$ , тока  $\pm 3\%$ . Обеспечение указанных требований обусловило необходимость в создании многоконтурной автоматической системы управления комплекса в целом.

3) Требования к качеству питающего напряжения и тока достаточно высоки, что обусловило необходимость использования фильтрующих элементов на выходе статических преобразователей.

4) Тяговые электродвигатели имеют последовательную обмотку возбуждения, однако испытания на коммутационную стойкость обмоткой возбуждения необходимо включать параллельно, что усложняет схему коммутации обмоток якоря и возбуждения двух испытуемых электродвигателей.

5) Весь процесс испытаний по ПМ ПСИ должен быть максимально автоматизирован для исключения влияния человеческого фактора на процесс испытания.

Структурная схема испытательного стенда для испытания тяговых асинхронных электродвигателей приведена на рисунке 2.

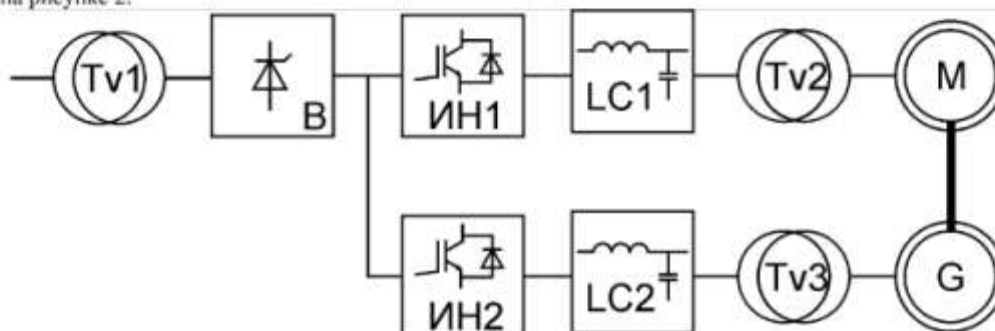


Рисунок 2. – Структурная схема испытательного стенда для испытания тяговых асинхронных электродвигателей

На рисунке введены обозначения: TV1 – понижающий трансформатор, TV2, TV3 – повышающие трансформаторы, B – входной выпрямитель, ИН1, ИН2 – инверторы напряжения, LC1, LC2 – фильтры синусоидального напряжения, M – двигатель, G – генератор.

При проектировании статических преобразователей переменного тока были решены следующие задачи, обусловленные спецификой испытуемых электродвигателей и требованиями ГОСТ:

1) Тяговые асинхронные электродвигатели имеют номинальное напряжение до 2200 В. При этом, испытания на повышенную частоту вращения должны проводиться при напряжении, на 30% превышающем номинальное, т.е. до 2860 В.

2) Требуемая точность поддержания питающего напряжения и тока очень высока: на протяжении 60 мин. отклонение напряжения не должно превышать  $\pm 2\%$ , тока  $\pm 3\%$ . Обеспечение указанных требований обусловило необходимость в создании многоконтурной автоматической системы управления комплекса в целом.

3) Требования к качеству питающего напряжения и тока достаточно высоки: максимальное отклонение амплитуды первой гармоники напряжения от кривой напряжения не должно превышать 5%. Для обеспечения этих требований необходимо использовать фильтр синусного напряжения третьего порядка с двумя режекторными контурами на выходе инверторов напряжения, работающих с ШИМ 2,5 кГц.

4) Нагружение двигателя генератором может осуществляться введением разности частот питающего напряжения или разности амплитуды питающих напряжений. Первый способ связан с возникновением колебаний в общем звене постоянного тока с разностной частотой порядка 0.6-1.5 Гц. Второй способ не позволяет нагружать электродвигатели в широком диапазоне. Указанные проблемы обусловили необходимость создания замкнутой автоматической системы управления обоими инверторами с учетом обратных связей по напряжению, току и частоте вращения электродвигателей.

[1] - Жерве Г.К. Промышленные испытания электрических машин. Л. Энергоатомиздат. 1984г. 408с.