

УДК 629.42.054

Д.А. Бондаренко

КОМПЛЕКСНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ АСИНХРОННЫХ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ¹

Разработана комплексная установка для исследования автоматической системы регулирования температуры, позволяющая снизить уровень знакопеременных термомеханических нагрузок на обмотках асинхронного тягового двигателя, повысить их надежность и долговечность.

Ключевые слова: автоматическая система охлаждения, регулирование температуры, электропривод, асинхронный тяговый двигатель, энергосбережение.

Для продления срока службы асинхронного тягового двигателя необходимо осуществлять непрерывный контроль температуры его обмоток. Известно, что для изоляции класса «Н» восьмиградусное отклонение температуры обмоток в большую сторону приводит к двукратному снижению её ресурса по сравнению с расчётным [1]. Кроме того, увеличение температуры обмоток тягового асинхронного двигателя во время работы приводит

к изменению его механических характеристик, в том числе таких важных параметров, как жесткость и скольжение, что в конечном счёте может приводить к изменению режима работы локомотива в целом (возникновение боксования и автоколебаний в тяговом приводе) [2].

В связи с этим задача по разработке автоматической системы регулирования температуры обмоток асинхронных тяговых двигателей представляется актуальной.

С участием автора на кафедре «Подвижной состав железных дорог» БГТУ разработана и изготовлена комплексная установка [3] для исследования таких систем с применением частотно-регулируемого асинхронного двигателя вентилятора охлаждения. Функциональная схема установки приведена на рис. 1, а общий вид механической части - на рис. 2.

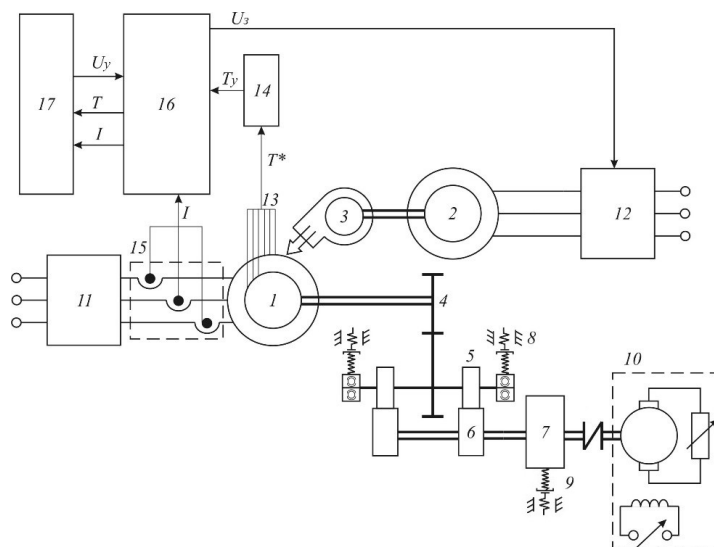


Рис. 1. Функциональная схема установки для исследования автоматических систем охлаждения асинхронных тяговых двигателей

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (научный проект № 4701ГУ1/2014).

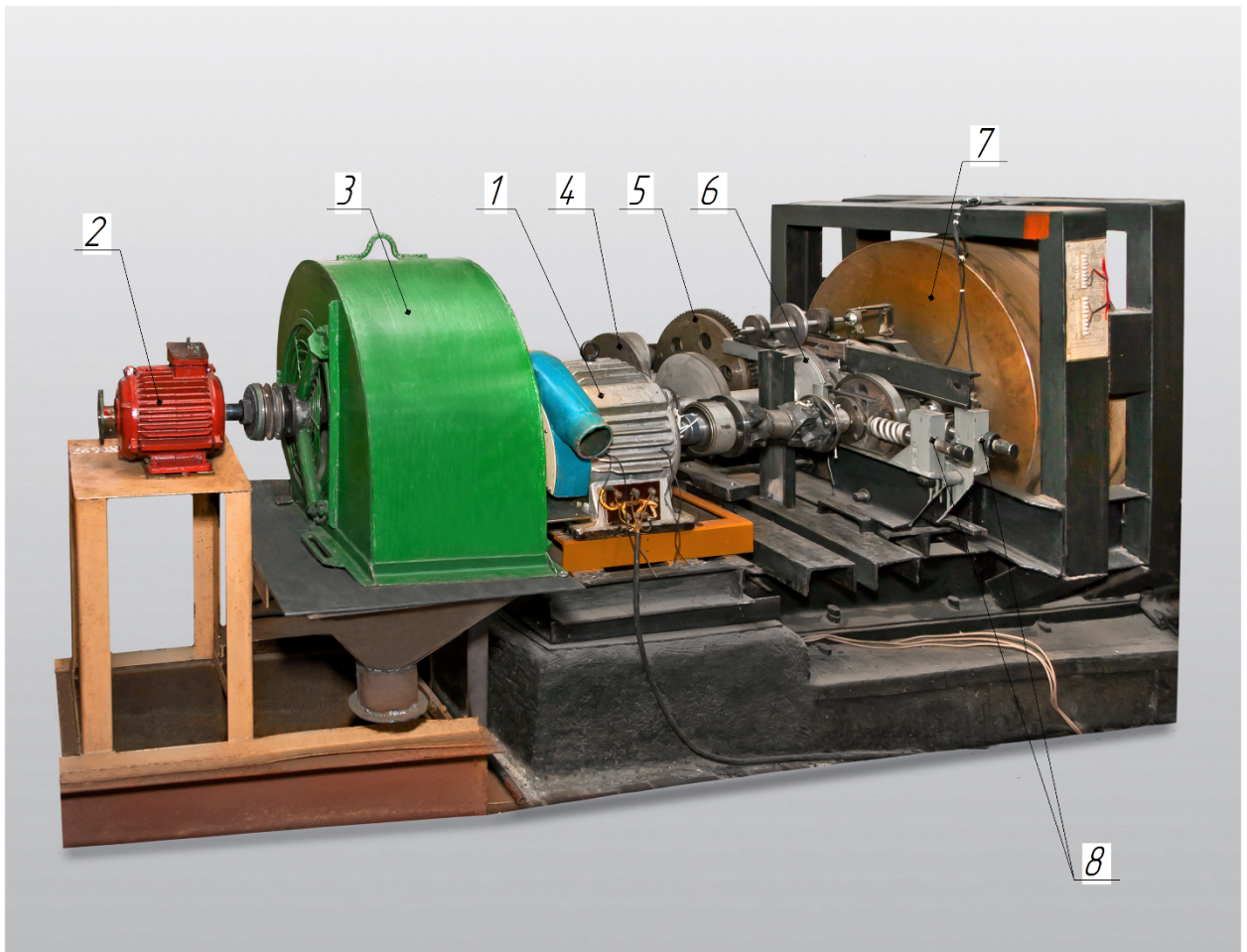


Рис. 2. Общий вид установки для исследования автоматических систем охлаждения асинхронных тяговых двигателей

В состав стенда входят асинхронный двигатель 1, питаемый от преобразователя частоты 11 (физическая модель асинхронного тягового электродвигателя локомотива), асинхронный двигатель 2, приводящий во вращение центробежный вентилятор охлаждения 3.

Механическая часть установки состоит из модели колесной пары 4 с установленным на ней зубчатым колесом 5; устройства, имитирующего связь колесной пары с рельсами, выполненного в виде двух жестко связанных катков 6; маховика 7, имитирующего массу поезда; нагрузочного устройства, имитирующего сопротивление движению. Сила нажатия колесной пары 4 на катки 6 регулируется с помощью винтовых пружинных устройств 8.

Нагрузочное устройство состоит из фрикционного тормоза 9 и электрической машины постоянного тока независимого возбуждения 10.

Распределения превышения температур в обмотках статора, ротора и на корпусе измеряются с помощью хромель-копелевых термопар 13. Термопары 13 располагаются на статоре в трех сечениях – на лобовых частях обмотки статора (рис. 3) со стороны поступления охлаждающего воздуха и на противоположной стороне, а также в массиве статора (по 3 термопары в каждом сечении, сдвинутые на 120°), на роторе (рис. 4) – в массиве со стороны поступления охлаждающего воздуха и на противоположной стороне (по 2 термопары в каждом сечении, сдвинутые на 180°). Передача информации с термопар, установленных на роторе, осуществляется через скользящий контакт ртутного токосъемника. В связи с малой выходной величиной напряжения T^* термопар 13 необходимо его усилить, для чего служат усилители 14. Для измерения действующих значений тока в обмотке статора предназначены датчики тока 15 типа ACS712. Сигналы I^* с датчиков тока 15 и

T_u с усилителей 14 поступают на многофункциональную плату аналогово-цифрового преобразователя 16 и с нее, преобразованные в цифровой код I и T , поступают на ЭВМ 17.



Рис. 3. Расположение датчика температуры на лобовой части обмотки статора

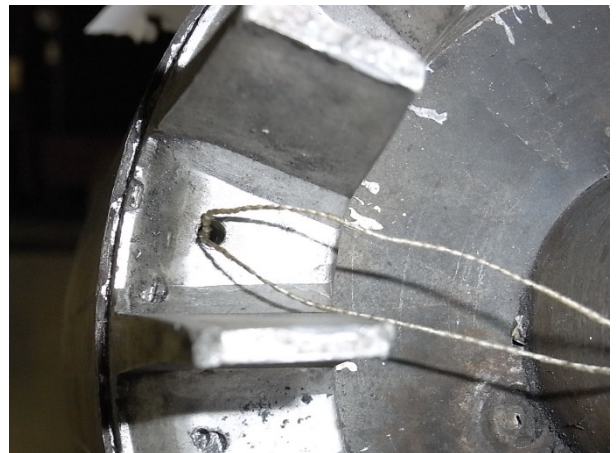


Рис. 4. Расположение датчика температуры в массиве ротора

Принцип работы системы регулирования температуры обмоток статора и ротора асинхронного двигателя 1 следующий. При величине сигнала регулируемой температуры меньше заданного значения выходной сигнал U_y ЭВМ 17, управляющий многофункциональной платой 16, равняется нулю, следовательно, выходной сигнал U_z многофункциональной платы 16, управляющий преобразователем частоты 12, также равняется нулю. При этом выходное напряжение и частота тока преобразователя частоты 12, частота вращения вала вентилятора охлаждения 3 равны нулю.

При увеличении температуры обмоток двигателя 1 увеличивается выходной сигнал U_y ЭВМ 17, соответственно увеличивается выходной сигнал U_z многофункциональной платы 16. Выходное напряжение и частота тока преобразователя частоты 12, частота вращения вала вентилятора охлаждения 3 увеличиваются, приводя к более интенсивному охлаждению асинхронного двигателя 1 и уменьшению его температуры. Этот процесс будет продолжаться до тех пор, пока не наступит равновесный тепловой режим в системе охлаждения обмоток асинхронного двигателя.

Принцип формирования выходного сигнала персонального компьютера 17 поясняется блок-схемой на рис. 5.

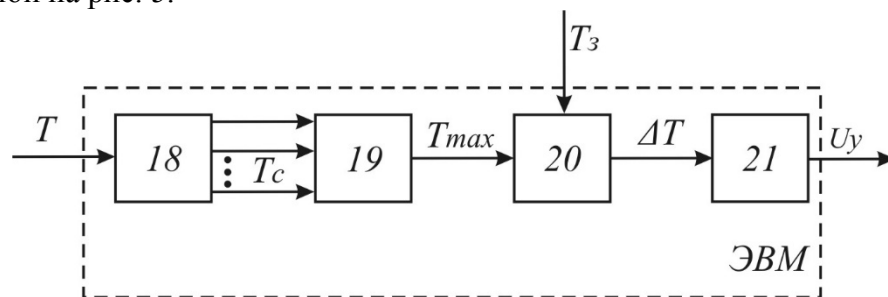


Рис. 5. Блок-схема формирования выходного сигнала

Сигналы T о температуре обмоток статора и ротора асинхронного двигателя 1, усиленные при помощи усилителей 14, поступают на блок 18 чтения и записи значений в память ЭВМ. Записанные в память сигналы поступают на устройство выбора максимального значения температуры 19, выходной сигнал T_{max} которого – это сигнал, пропорциональный максимальной из измеренных температур обмоток асинхронного двигателя 1. Этот

сигнал поступает на блок сравнения 20, в котором происходит его сравнение с сигналом задания T_z на температуру обмоток статора и ротора асинхронного двигателя 1. Если сигнал T_{max} меньше сигнала T_z , то выходной сигнал блока 20 ΔT равняется нулю. При превышении сигналом T_{max} сигнала T_z блок сравнения 20 формирует выходной сигнал ΔT больше нуля; при дальнейшем увеличении сигнала T_{max} величина ΔT увеличивается. Этот процесс будет продолжаться до тех пор, пока не наступит равновесный тепловой режим в системе охлаждения обмоток асинхронного двигателя и сигнал T_{max} не станет равным сигналу T_z . Сигнал T_z поступает на блок формирования выходного задания 21, который формирует задание на многофункциональную плату 16.

Данная автоматическая система охлаждения обмоток асинхронного тягового двигателя с обратной связью по температуре его наиболее теплонагруженного элемента, которая проходит испытания на комплексной установке, позволяет стабилизировать температуру нагрева обмоток, снизить уровень знакопеременных термомеханических нагрузок на них, повысить надежность и долговечность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Космодамианский, А.С. Автоматическое регулирование температуры обмоток тяговых электрических машин локомотивов: монография / А.С. Космодамианский. – М.: Маршрут, 2005. – 256 с.
2. Космодамианский, А.С. Влияние температуры тягового асинхронного двигателя на его режимы работы / А.С. Космодамианский, В.И. Воробьев, А.А. Пугачев // Электротехника. – 2011. - № 8. – С. 50-54.
3. Пат. на полез. модель 148359 РФ, МПК G01M17/00. Стенд для моделирования динамических процессов в тяговом приводе локомотивов с электропередачей / Космодамианский А.С., Воробьев В.И., Самотканов А.В., Пугачев А.А., Воробьев Д.В., Бондаренко Д.А.; заявитель и патентообладатель Моск. гос. ун-т путей сообщения (МИИТ). – № 2014113138/11; заявл. 04.04.14. – 4 с.: ил.

Материал поступил в редколлегию 21.04.15.