

Е. В. ВАРЧЕНКО, В. В. ЧУМАК, В. М. ОЛИВСОН (НПО электровозостроения «ДЭВЗ»)

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОВОЗОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ВЛ80

У статті розглянуті модернізації системи вентиляції електровозів ВЛ80 шляхом оснащення їх перетворювачами ПСВ 50/16 для регулювання частоти оборотів двигунів мотор-вентиляторів.

В статье рассмотрены модернизации системы вентиляции электровозов ВЛ80 путем оснащения их преобразователями ПСВ 50/16 для регулирования частоты оборотов двигателей мотор-вентиляторов.

In the article the modernizations of a ventilation system of electric locomotives ВЛ80 by means of equipping them with converters ПСВ 50/16 for regulation of revolution frequency of engines of motor-fans are considered.

С целью внедрения энергосберегающих технологий в локомотивном хозяйстве железных дорог Украины, начиная с 2000 года, Особое проектно-конструкторское и технологическое бюро источников питания (ОКТБ ИП) выполняет работы по модернизации системы вентиляции электровозов ВЛ80 путем оснащения их преобразователями ПСВ 50/16 для регулирования частоты оборотов двигателей мотор-вентиляторов в зависимости от нагрузки тяговых двигателей. Эти работы выполняются на базе разработок ОКТБ ИП и в соответствии с проектами Полтавского ПКТБрл.

Необходимость модернизации обусловлена тем, что для привода вентиляторов собственных нужд на электровозах ВЛ80 применяются асинхронные трехфазные электродвигатели переменного тока с питанием от расщепителя фаз напряжением 380 В частотой 50 Гц. При этом расход электроэнергии на охлаждение тягового оборудования электровозов в условиях эксплуатации составляет 10...15 % от расходуемой на тягу и не зависит от режима работы электровоза. Система охлаждения работает в одном и том же режиме, обеспечивающем работу силового оборудования в номинальном режиме нагружения при максимальной по техническим условиям допустимой температуре охлаждающего воздуха.

Модернизация предусматривает введение второй ступени производительности вентиляторов, с втрое меньшей частотой оборотов. При этом объем воздуха снижается лишь в 3 раза, а мощность всех вентиляторов электровоза уменьшается с 200 кВт до 20 кВт.

Изменение частоты оборотов мотор-вентиляторов осуществляется с помощью преобразователя частоты и фаз, преобразующего напряжение вторичной обмотки (185 В, 50 Гц)

тягового трансформатора, в трехфазную систему питания частотой 16 2/3 Гц и номинальным напряжением 80 В. Подключение мотор-вентиляторов к преобразователю осуществляется с помощью дополнительных контакторов (по одному на каждый мотор-вентилятор). Переключение мотор-вентиляторов на высокую или низкую частоту происходит автоматически, в зависимости от тока тяговых двигателей. Уставка тока переключения равна 500 А при температуре воздуха +20 °С. В случае продолжительной работы тяговых двигателей НБ-418К6 с током, равным 500 А и производительностью вентиляторов 1/3 от номинальной, превышение температуры меди обмоток над охлаждающим воздухом не превышает 80 °С.

Применение регулируемой производительности вентиляторов снижает вентиляционный шум в кабине машиниста, запыленность и влажность охлаждаемого оборудования, а также, благодаря снижению перепада температур, повышает долговечность изоляции и т.п.

На начало 2006 г. модернизировано 150 электровозов ВЛ80 различных модификаций на Одесской, Юго-Западной, Львовской и Южной железных дорогах.

Опыт эксплуатации системы ступенчатого регулирования показал, что в среднем 75 % времени вентиляторы работают на низкой частоте и 25 % времени – на высокой.

Концепция проекта модернизации предусматривает следующее:

– схема вспомогательных цепей с питанием мотор-вентиляторов от преобразователя дополняет штатную схему питания мотор-вентиляторов от расщепителя фаз и, в случае необходимости, может быть легко переключена в штатный режим;

– минимальное изменение схемы вспомогательных цепей для возможности установки комплекта оборудования в условиях локомотивных депо в кратчайший срок при минимальном сроке простоя электровоза;

– отсутствие значительных изменений схемы электрических цепей электровоза необходимо также для удобства обслуживания модернизированных электровозов персоналом локомотивного депо и уменьшения затрат при производстве капитального ремонта;

– применение микропроцессорной системы управления приводом мотор-вентиляторов позволяет гибко менять алгоритм управления, оптимизируя его по результатам эксплуатации;

– блочно-модульная конструкция блока управления и оригинальное навесное расположение оборудования ПСВ 50/16 на боковой стенке электровоза в непроходном коридоре возле высоковольтной камеры облегчают техническое обслуживание преобразователя в условиях локомотивного депо.

Фрагмент схемы вспомогательных цепей электровоза ВЛ80 после модернизации представлен на рис. 1.

На схеме показаны пересоединения мотор-вентилятора МВ1 для подключения его к преобразователю частоты (СП) с помощью дополнительного контактора 127Н.

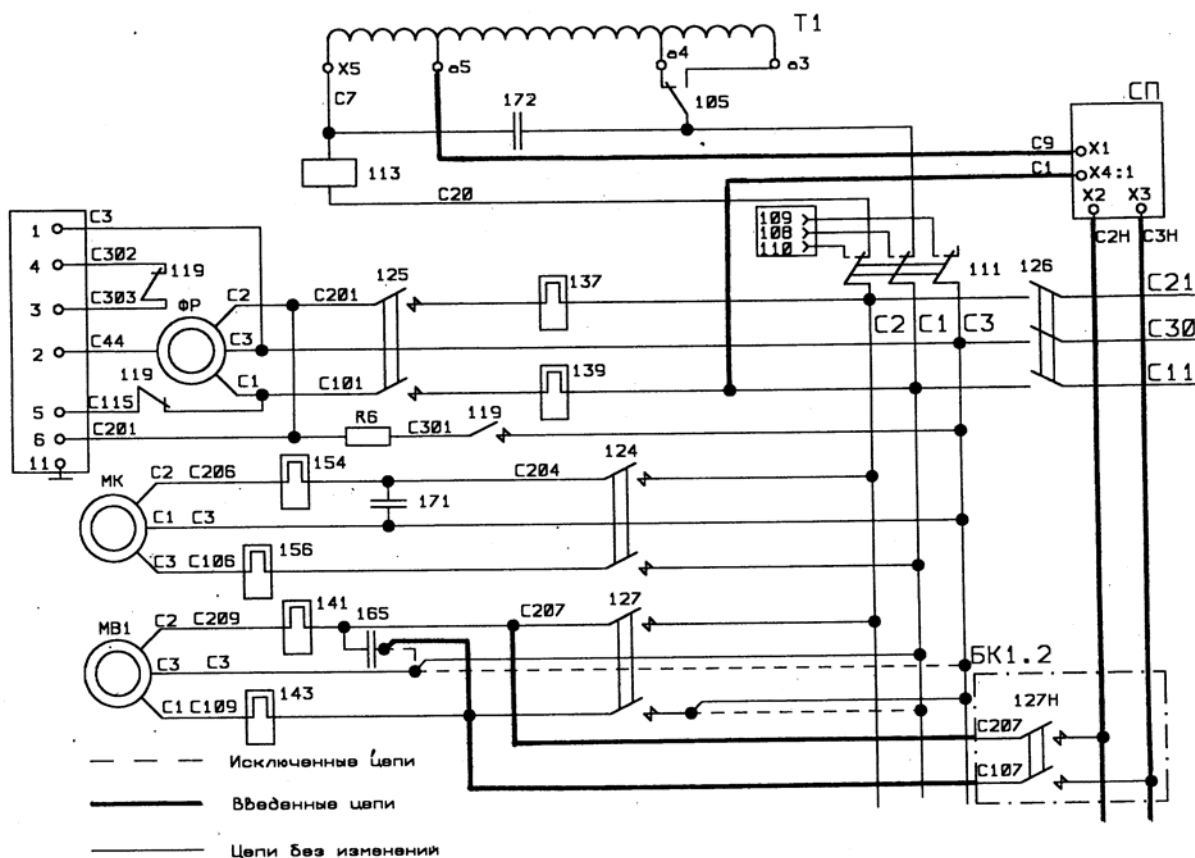


Рис. 1. Фрагмент схемы вспомогательных цепей электровоза ВЛ80

Преобразователь частоты (СП) выполняет функции непосредственного деления частоты питающей сети на три, преобразования однофазного напряжения обмотки а5, а4 тягового трансформатора в трехфазное напряжение для питания асинхронных двигателей мотор-вентиляторов, реализации процесса пуска путем плавного повышения величины выходного напряжения преобразователя, а также стабилизации этого напряжения в установившемся режиме. Система управления преобразователем

частоты построена на микроконтроллере ATmega16 по принципу непосредственного цифрового управления. Структурная схема контура управления одной фазой преобразователя представлена на рис. 2.

Выходная регулируемая величина $y(t)$ (напряжение фазы U_{c2n} или U_{c3n}), в дискретные моменты времени nT_0 поступает через коммутатор (2) на вход аналого-цифрового преобразователя микроконтроллера. С помощью коммутатора аналоговых сигналов (2) микрокон-

троллера осуществляется квантование непрерывного сигнала с частотой квантования 100 Гц. При этом координата $y(t)$ преобразуется в решетчатую функцию $y[nT_0]$. В АЦП функ-

ция $y[nT_0]$ преобразуется в цифровой код, который соответствует дискретным значениям функции $y[nT_0]$.

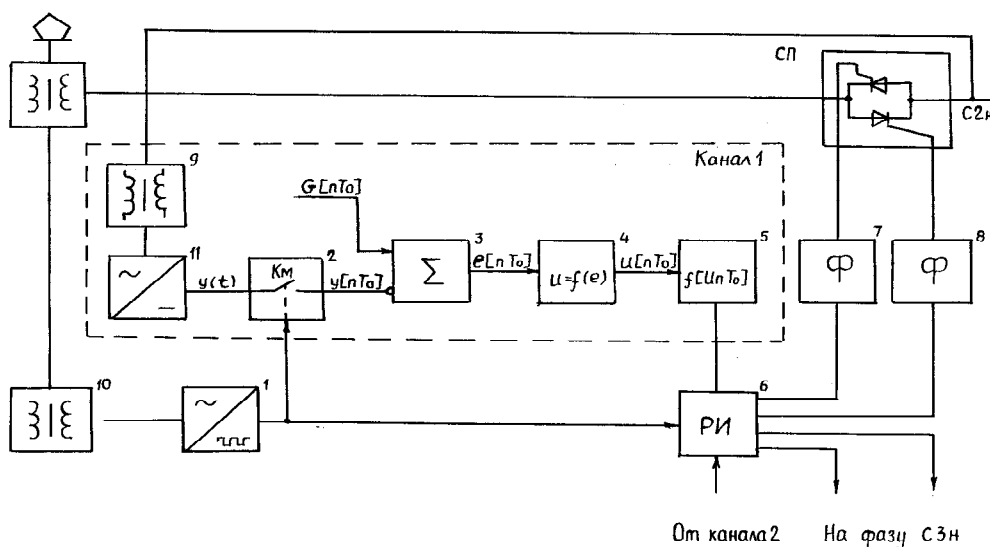


Рис. 2. Структурная схема контура управления одной фазой преобразователя частоты

В каждом периоде квантования в устройстве сравнения (3) определяется ошибка регулирования

$$e[nT_0] = G[nT_0] - y[nT_0],$$

где $G[nT_0]$ – величина задания напряжения фазы в цифровом виде.

Вычислительное устройство (4) на базе алгоритма ПИ-регулятора формирует управляющее воздействие $u[nT_0]$, которое с помощью блока преобразования (5) преобразуется в положение импульса включения тиристора в системе фазового регулирования. Сигнал, пропорциональный углу управления, подается на тиристоры СП через распределитель (6) и формирует импульсы (7), (8).

Микроконтроллер работает в мультипрограммном режиме для управления четырьмя тиристорами фаз $C2H$ и $C3H$.

Синхронизация системы управления с сетью обеспечивается блоком синхронизации (1). Сигналы обратных связей и синхронизации имеют трансформаторную развязку (9, 10).

Для учета времени работы мотор-вентиляторов в режиме низкой частоты модернизированные электровозы оборудованы счетчиком моточасов. По данным депо Казатин Юго-Западной ж.д., из анализа показаний счетчиков моточасов реальная экономия электроэнергии на один электровоз составляет 336000 кВт·ч в год.

Оборудование ПСВ 50/16 для регулирования производительности мотор-вентиляторов может быть установлено и на электровозах ВЛ40, которые представляют собой модернизированные четырехосные секции электровозов ВЛ80.

Поступила в редколлегию 28.03.2008.