

Таким образом, схема управления стрелочным электроприводом может быть реализована на полупроводниковых коммутирующих приборах без применения электромагнитных реле первого класса надежности. Переход от релейной схемы управления стрелочным электроприводом к бесконтактному микропроцессорному модулю позволит сократить занимаемое устройствами МПЦ пространство, уменьшить общую металлоемкость и стоимость МПЦ, а также уменьшить время устранения неисправностей за счет применения самодиагностики.

УДК 622.23.08

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В. С. МОГИЛА, В. Н. ГАЛУШКО, Т. С. КОРОЛЕНКО
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В качестве основных параметров математической модели надежности функционирования оборудования можно использовать наработку на отказ и среднее время восстановления, что позволяет охарактеризовать безотказность и долговечность оборудования. Такой подход к оценке вероятности отказа элементов реализуется учетом статистической информации о различных типах отказов, полученных в результате обследований. Значения результирующей вероятности безотказной работы и интенсивности отказов системы с учетом эксплуатации и без нее различны в несколько раз.

Цель работы – применение аналитического и статистического инструментария для определения основных показателей надежности электрооборудования и электрических систем с учетом изменяющихся условий эксплуатации. Изучение динамики закономерностей показателей надежности объектов во времени позволит с минимальной затратой времени и ресурсов обеспечить необходимую продолжительность и эффективность их работы. Можно выделить следующие основные задачи исследования: анализ значений показателей надежности объектов, а также динамики их изменения во времени; синтез систем по заданным критериям надежности; обеспечение и повышение надежности объектов.

В зависимости от информационной составляющей исследуемого объекта и возможности проведения статистических испытаний выполнены разные подходы по определению параметров надежности: при наличии данных по параметрам надежности объектов исследования в необходимом объеме; при отсутствии сведений по параметрам надежности, по возможности проведения статистических испытаний; только в случае известной структуры объекта.

Структура программного инструментария включает в себя следующие элементы: шаблон исходных данных и библиотеку реализованных элементов (bibl. elementov); шаблон данных параметров моделирования в виде номинальных величин и отклонений от них (parametr. modelirov); дерево возможных связей между элементами; шаблон влияния различных факторов в виде процедуры аналитической зависимости для каждого элемента системы между показателями надежности и параметрами моделирования.

Практическое применение результатов исследования заключается в создании обоснованных предпосылок определения основных показателей надежности электрических систем при воздействии различных факторов. Результаты исследования позволяют: прогнозировать показатели надежности электрооборудования в зависимости от условий эксплуатации; оценить степень опасности и установить “узкие места” электрических систем; разработать мероприятия по повышению эффективности функционирования электрооборудования. Изучение закономерностей и динамики изменения показателей надежности объектов во времени позволит обеспечить обоснованную с точки зрения надежности продолжительность их работы.

Степень новизны результатов, которые затронуты в исследовании, характеризуется следующими положениями: разработана структура постоянно пополняемой библиотеки влияющих факторов на показатели надежности во время эксплуатации; реализовано математическое описание функционального состояния электрических систем по имеющейся информации, основанное на локализации источников, снижающих ее работоспособность.

УДК 621.333.62-831

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ В АСИНХРОННОМ ТЯГОВОМ ПРИВОДЕ

В. С. МОГИЛА, О. С. МАРМОЗОВА
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время на Белорусской железной дороге вводится в эксплуатацию ЭПС с асинхронным тяговым приводом. Особенностью асинхронного двигателя является жесткая тяговая характеристика $F(v)$, поэто-

му для их питания необходимо использовать источники энергии, которые позволяют изменять напряжение, ток и частоту подводимого напряжения питания.

Для электропривода с асинхронными двигателями трехфазного тока находит применение автономный инвертор напряжения (АИН). Он обеспечивает возможность плавного регулирования выходного напряжения и частоты. Для формирования выходного напряжения нужного значения и формы используется широтно-импульсная модуляция. В проделанной работе рассматривалась методика формирования выходного напряжения и анализ электромагнитных процессов в системе управления асинхронным двигателем.

Схема АИН содержит шесть электронных ключей $VT1 - VT6$ и шесть встречно включенных диодов $VD1 - VD6$ соединенных также по схеме трехфазного моста и выполняющих функцию диодов обратного тока, образующих мостовую схему трехфазного моста с схемой управления (СУ). Переключение тиристорных ключей обеспечивается по заданному алгоритму с проводящим состоянием требуемой продолжительности (рисунок 1). Тиристоры и диоды трех фаз А, В и С образуют анодную ($VT1, VT3, VT5, VD1, VD3, VD5$) и катодную ($VT2, VT4, VT6, VD2, VD4, VD6$) группы.

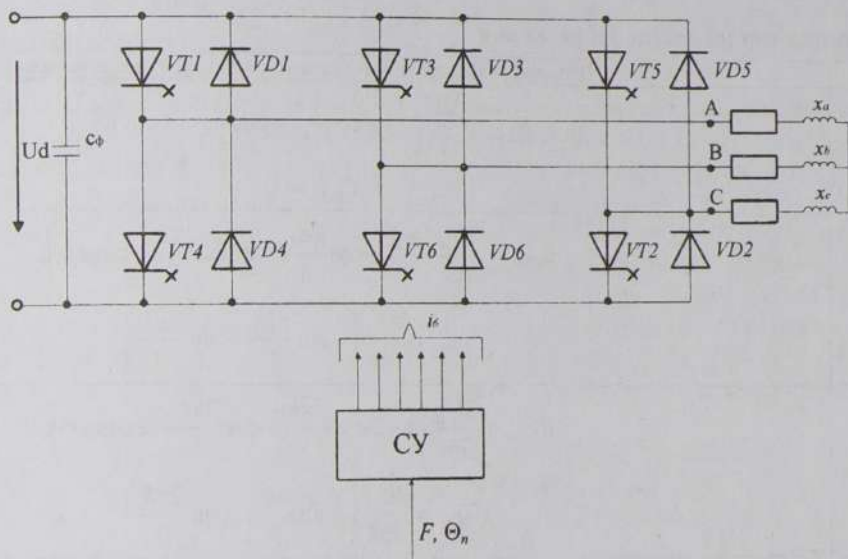


Рисунок 1 – Схема трехфазного мостового инвертора напряжения

Угол проводящего состояния ключей может быть равным 180, 120 и 150 электрических градусов. Выходные напряжения несинусоидальны, имеют форму с симметрией третьего рода и описываются нечетными функциями, кроме основной гармонической составляющей; содержат нечетные высшие гармонические составляющие, не кратные трем ($n = 6k \pm 1, k = 1, 2, \dots$).

АИН, работающие при угле открытия 180 и 120 электрических градусов, представляет собой схему с независимой архитектурой, а при угле открытия 150 электрических градусов – с переменной архитектурой. Например, при угле открытия вентилей 180 электрических градусов в любой период времени одновременно работают три группы вентиля. Последовательность замыкания вентиля соответствует порядку следования номеров при относительном фазовом сдвиге в 60° . Вентили, относящиеся к одной фазе, не могут быть замкнуты одновременно.

Фазные напряжения имеют значения:

$$U_A = I_A R_\Phi = \frac{U_d}{3}, \quad (1)$$

$$U_B = -\frac{2U_d}{3}, \quad (2)$$

$$U_C = \frac{U_d}{3}. \quad (3)$$

Линейные напряжения при этом составляют:

$$U_{AB} = U_A - U_B = \frac{U_d}{3} - \left(-\frac{2U_d}{3}\right) = U_d, \quad (4)$$

$$U_{BC} = U_B - U_C = -\frac{2U_d}{3} - \frac{U_d}{3} = -U_d, \quad (5)$$

$$U_{CA} = U_C - U_A = \frac{U_d}{3} - \frac{U_d}{3} = 0. \quad (6)$$

Фазные и линейные напряжения были определены для всех периодов от 0° до 360° .

По полученным результатам исследований и расчетов получили диаграммы фазных и линейных напряжений. Анализ диаграмм кривых напряжения позволяет сделать вывод, что фазные и линейные напряжения на выходе АИН представляют собой ступенчатые кривые, сдвинутые по фазе друг относительно друга.

Был определен гармонический состав фазных и линейных напряжений. Кривая напряжения фазы А является симметричной относительно начала координат, поэтому содержит в своем составе только симметричные синусоиды. Кривые напряжения фаз В и С симметричны относительно оси абсцисс, и поэтому содержат как синусоидальные, так и косинусоидальные составляющие. Авторами был проверен гармонический состав фазных напряжений. Аналитические зависимости для определения гармонического состава каждой фазы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Гармонический состав напряжения

Фаза	Выражения для определения гармонического состава напряжения
A	$B_{kAm} = \frac{2U_d}{3\pi k} \left(1 + \cos \frac{\pi k}{3} - \cos \frac{2\pi k}{3} - \cos \pi k \right),$ $C_{kAm} = 0$
B	$B_{kBm} = \frac{2U_d}{3\pi k} \left(-2 + \cos \frac{2\pi k}{3} + 2 \cos \frac{2\pi k}{3} - \cos \pi k \right),$ $C_{kBm} = \frac{2U_d}{3\pi k} \left(-\sin \frac{\pi k}{3} - 2 \sin \frac{2\pi k}{3} \right)$
C	$B_{kCm} = \frac{2U_d}{3\pi k} \left(1 - 2 \cos \frac{2\pi k}{3} - \cos \frac{2\pi k}{3} - 2 \cos \pi k \right),$ $C_{kCm} = \frac{2U_d}{3\pi k} \left(2 \sin \frac{\pi k}{3} + 2 \sin \frac{2\pi k}{3} \right)$

Результаты определения гармонического состава фазных напряжений показали, что 5-я и 11-я гармоники создают обратный вращающий момент. Это дает повод для подробного исследования данного факта и изучения методов снижения влияния данных гармоник.

УДК 656.212.5

ПРИНЦИПЫ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА СООТВЕТСТВИЯ ПАРАМЕТРОВ ВАГОННЫХ ЗАМЕДЛИТЕЛЕЙ ТРЕБОВАНИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССА РАСФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВА С ГОРКИ

Н. К. МОДИН, Т. Н. МОДИНА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

О. И. КУНОВСКИЙ

Гомельская дистанция сигнализации и связи Белорусской железной дороги

Безопасность расформирования состава (БРС) будем понимать как свойство совокупности функционально взаимосвязанных структур сортировочной горки (горочного комплекса) по организации, управлению и контролю за процессом роспуска составов, технических средств и персонала по его обслуживанию и ремонту, обеспечивать расформирование: без схода подвижного состава на стрелках, тормозных позициях, в зоне надвига состава на горку, на путевых участках ее спускной части и путях сортировочного парка; без повреждения подвижного состава и перевозимых грузов из-за превышения допустимой скорости соударения на сортировочных путях и в пределах спускной части или отсутствия проходов на горочных стрелках.

Так как расформирование состава с горки относится к ответственным технологическим процессам железнодорожного транспорта, то для оценки степени влияния различных составляющих горочного комплекса, в том числе его технических средств, можно воспользоваться методологией моделирования возникновения и развития нарушения безопасности функционирования (НБФ) процесса расформирования. На основе обобщенной модели, состоящей из четырех иерархических уровней, строят деревья неблагоприятных событий