

филь служит как центрирующее устройство при закрывании и предохраняет от колебания и от поперечных перемещений двери, что делает стыкование более надежным. После запираения двери во избежание неблагоприятных ситуаций открывания дверей предусмотрена дополнительная проушина, закрепленная к вертикальной балке кузова для подвешивания замка на ключ.

Шиповое сцепление конечных частей раздвижных дверей расположено с двух сторон кузова, предназначено для законцовки конечных частей двери и герметизации дверных щелей. Конструкция шипового сцепления конечных частей двери состоит из самой раздвижной двери, закрепленного к ней резинометаллического шипа с помощью винта с потайной головкой марки М8. Эффективность сцепления заключается в простоте конструкции для его строительства и ремонта, а также надежности при запираении дверей, что предотвращает колебания конечных частей и придает жесткость для средних примыкающих частей двух дверей.

Важно отметить, что допускаемый способ подъема краном при транспортировке данного съёмного кузова с раздвижными боковыми стенами рекомендуется согласно ГОСТ Р ИСО 3874–2008 только спредером за верхние фитинги.

Список литературы

- 1 Рахимов, Р. В. Выбор направлений развития вагонного парка железных дорог Узбекистана / Р. В. Рахимов // Транспорт Российской Федерации. – 2018. – № 1 (74). – С. 71–74.
- 2 Rahimov, R.V. Analysis of the state and prospects of the development of the freight wagon fleet of the Republic of Uzbekistan / R. V. Rahimov, Ya. O. Ruzmetov // Non-Ferrous Metals. – 2018. – Vol. 44. – No. 1. – P. 7–11.
- 3 Бороненко, Ю. П. Перспективы внедрения вагонов со съёмными кузовами увеличенной грузоподъемности / Ю. П. Бороненко, А. С. Даукшка // Современные технологии – транспорту : Междунар. науч.-техн. конф. – СПб. : ПГУПС, 2017. – С. 437–451.
- 4 Development of new polymer composite materials for the flooring of rail carriage / O. I. Zaynitdinov [et al.] // International Journal of Engineering and Technology. – 2020. – Vol. 9. – No. 2. – P. 378–381.

УДК 621.3.019.34

ЗАЩИТА И ДИАГНОСТИКА СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

А. Г. КАПУСТИН, А. Г. КАРАЧУН

Белорусская государственная академия авиации, г. Минск

В работе рассмотрено решение вопросов диагностирования и защиты систем электроснабжения (СЭС) перспективного воздушного транспорта.

Для разработки алгоритма диагностирования технического состояния СЭС разработана имитационная модель в среде MATLAB, условно разбитая на семь уровней: первый уровень включает механический привод генератора и моделируется простым построителем сигналов; второй представляет генератор переменного тока; третий состоит из регулятора напряжения; четвертый – фидер генератора; пятый – вторичную систему распределения электроэнергии, представленной автоматическими выключателями с регулируемым отключением по току; шестой представляет нагрузки переменного тока; седьмой – нагрузки постоянного тока [1].

Для установления причинно-следственных связей между уровнями определено каждое из состояний системы, соответствующее отказу, и сформирована таблица состояний [2]. По таблице состояний составлено уравнение булевой алгебры.

По известному числу компонентов системы рассчитано среднее число проверок для обнаружения места отказа.

В ходе эксплуатации при возникновении отказа СЭС переводится на аварийный режим работы или, если этот отказ не критичен, включается аварийная сигнализация. В случае возникновения отказа, в процессе проведения мероприятий по диагностике, диагностическая система сигнализирует о его виде и месте возникновения.

При возникновении отказа диагностическая система указывает на место отказа. Для сравнительного анализа эффективности встроенной централизованной системы диагностики отказов в СЭС воздушного судна рассчитано среднее число проверок для обнаружения отказа в каждом уровне [3] и далее среднее число проверок, необходимое для обнаружения места отказа. Для обна-

ружения отказа в каждом уровне СЭС воздушного судна расчеты среднего числа проверок проведены для случая, когда неизвестны вероятности отказов конкретного блока или агрегата в системе электроснабжения воздушного судна. Рассчитано количество проверок в случае возникновения отказов в отдельных местах СЭС самолета. Среднее число проверок для нахождения места отказа в СЭС самолета равно 6,06 проверкам [3, 4].

При использовании цифровой системы поиска места отказа все проверки, необходимые для определения места отказа, проводятся автоматически. Данные об измеряемых величинах, по специальным выделенным каналам, установленных после каждого выделенного уровня, поступают от цифровых измерительных устройств (ЦИУ) в центральный процессор (ЦП), который по разработанному алгоритму определяет место отказа.

При возникновении отказа в СЭС воздушного судна предложенная цифровая система диагностики, работающая по разработанному алгоритму, автоматически определяет место отказа. Необходимость в диагностике с демонтажем блоков и агрегатов отпадает, так как система выдает информацию о месте возникновения отказа, что способствует сокращению времени на проверку системы и упрощению процесса диагностики [4, 5].

Диагностическая система, постоянно считывая параметры СЭС самолета, также может прогнозировать резкое возрастание или уменьшение значений токов и напряжений в СЭС и, следовательно, выполнять роль системы защиты. Одним из агрегатов, обеспечивающих безопасность электрических схем, являются автоматы защиты сети (АЗС). Такое защитное устройство необходимо в любой электрической схеме, поскольку защищает схему от различных аварийных ситуаций. Работа таких автоматов защиты связана с электромагнитными и тепловыми процессами, протекающими в них. Они обладают большой инерционностью, и срабатывание происходит после максимального выброса тока, который неблагоприятно влияет на электрооборудование или на автомат защиты.

При прогнозировании короткого замыкания в цепи или обрыва в токопроводящих линиях срабатывание автомата происходит до момента достижения током ударного значения. Это позволяет избежать нежелательных токовых бросков в электрических цепях.

Для определения диагностических признаков в случае различных видов короткого замыкания и включения нагрузки составлена модель генератора переменного тока в среде MATLAB.

Модель генератора переменного тока позволяет оценить последствия различных отказов в фидере генератора и в бортовой электрической сети (короткие замыкания различных видов, обрывы фаз, коммутации нагрузок).

В ходе имитационного моделирования выявлены определяющие диагностические признаки, соответствующие короткому замыканию: сдвиг фаз между напряжениями и градиент производной тока [5].

Проведенные имитационные исследования позволили сделать вывод, что применение цифровых систем управления СЭС при использовании алгоритма открывает возможности построения практически безынерционной защиты канала генерирования электроэнергии и улучшения, на этой основе, условий работы всего комплекса авионики (электрооборудования).

Использование цифрового управления в СЭС является перспективным направлением совершенствования ее функциональных и эксплуатационных характеристик.

Реализация цифрового управления в СЭС потребует разработки специальных датчиков информации о техническом состоянии элементов СЭС, рациональных управляемых коммутационных устройств.

Список литературы

- 1 ГОСТ Р 54073–2017. Системы электроснабжения самолетов и вертолетов. Общие требования и нормы качества электроэнергии. – М. : Стандартинформ, 2018. – 33 с.
- 2 Схиртладзе, А. Г. Надежность и диагностика технологических систем / А. Г. Схиртладзе. – М. : Новое знание, 2008. – 518 с.
- 3 Воробьев, В. Г. Надежность и техническая диагностика авиационного оборудования : учеб. / В. Г. Воробьев, В. Д. Константинов – М. : МГТУ ГА, 2010. – 448 с.
- 4 Шкляр, В. Н. Надежность систем управления: учебное пособие / В. Н. Шкляр. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 126 с.
- 5 Карачун, О. Г. Синтез алгоритмов защиты авиационной системы электроснабжения / О. Г. Карачун // Молодежь в науке: Новые аргументы : сб. науч. работ X междунар. конкурса научных работ. Россия, г. Липецк, 1 марта 2019. Секции 1–3 (начало) / отв. ред. А. В. Горбенко. – Липецк : Научное партнерство «Аргумент», 2019. – 212 с.