существующие. Таким образом, с учетом своеобразных особенностей объектов и ландшафта, а также набора тактики и параметров, характеризующих предотвращение вмешательства нарушителей, следует проанализировать все их возможные действия.

На основе расчетов и логических анализов, было определено, что эффективность совершенствованной автоматической интегрированной системы охранного оповещения с дистанционным управлением достаточно высока ($P_{эф} \approx 0,912$). Это определяет целесообразность внедрения проектируемой системы охранного оповещения «IQM 4.00.000 ТТ и IT» в системе авиационной безопасности, по показателям эффективности гражданской авиации.

1. Пашаев А.М., Набиев Р.Н., Нагиев Н.Т., Велиева Г.Д., Рустамов Р.Р. Особенности проектирования автоматизированного дистанционного охранного комплекса // Вопросы безопасности. - 2018. - № 1. - С.32-51;
2. Леус А.В. Математическая модель оценки эффективности систем физической защиты // Т. Comm Телекоммуникации и транспорт, 2010, №6, - С.46-49;
3. Щербакова И. В. Анализ эффективности систем охраны периметра объектов // «Символ Науки» №11-3/2016, стр. 185, 186;
4. Магомедов Ш. Г. Математическое моделирование охранных действий на объекте защиты // ISSN 2072-9502. Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2016. № 1. стр. 70-80;
5. Nəbiyev R.N., Ramazanov K.Ş., Rüstəmov R.R. Təkmilləşdirilmiş mühafizə-xəbərdarlıq sisteminin riyazi modelinin qurulması // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Məcmuələri. 2019, №1(21). s. 132-140;
6. Paşayev A.M., Nəbiyev R.N., Ramazanov K.Ş., Rüstəmov R.R. Avtomatlaşdırılmış mühafizə-xəbərdarlıq sisteminin etibarlılığının qiymətləndirilməsi // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Əsərləri. 2018, -№2. səh. 11-27.

Пеплин Ф.Н., Прохоров М.В.

Электротермические испытания обжимных соединений кабеля

*Университет ИТМО
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/lj-06-2019-145

idsp: ljjournal-06-2019-145

Аннотация

Статья посвящена результатам масштабного эксперимента по термоциклированию обжимных соединений. Данный эксперимент вносит новые данные в общий вклад развития изучения обжимных соединений, так как до нынешнего момента не проводилось никаких подобных по масштабу исследований факторов, влияющих на обжимные соединения. Термоциклирование же в данном случае, с вариативностью дополнительных внешних факторов, симулирует поведение соединений в реальных рабочих промышленных условиях, а также моделирует старение соединения. Данное исследование вносит неоценимый вклад в дальнейшие разработки систем определения качества обжимных соединений и улучшения существующих автоматизированных установок для создания обжимных соединений.

Ключевые слова: обжимные соединения, термоциклирование, термический шок.

Abstract

The article is aimed to deliver the results of a large-scale thermal cycling experiment on crimp connections. This experiment introduces new data into the overall contribution to the development of the study of crimp connections, because till nowadays there were no similar research on factors affecting the splice connections. Thermal cycling in this case (with the variability of additional external factors) simulates the behavior of connections in real

industrial working conditions, and also models the aging of it. This study makes a valuable contribution to the further development of systems for analysis of the quality of splice connections and the improvement of existing automated machines for creating splice connections.

Keywords: splice connections, thermal cycling, thermal shock.

Для поддержания постоянного развития автомобильной и электронной промышленности, а также рынка автомобильных услуг и электроники, необходимо использование современных технологий при производстве. Достижение высокого качества любой электронной техники тесно связано с использованием экономически выгодных технологий их изготовления. Одной из перспективных технологий, внедряемой в производство элементов автомобильной техники, является технология обжимных соединений.

Применение данной технологии для получения неразъемных соединений по сравнению с применением пайки или сварки, позволяет повысить механические характеристики, снизить массу изделия, сократить технологический цикл и трудоемкость его изготовления, снизить влияние неблагоприятных производственных факторов (дым, угарный газ, световое излучение) на персонал и окружающую среду, а также непосредственно влияние температуры на сами соединения.

Проблеме повышения качества соединений, выполненных обжимной технологией, в настоящее время уделяется крайне скудное внимание в связи с тем, что технология довольно узка и крайне коммерциализирована. Данный факт, в свою очередь, заставляет частные компании не только не делиться научными исследованиями в данной области, но, также всячески препятствовать распространению внутренних научных исследований в связи с большой конкурентной нагрузкой.

Отсутствие единообразия измерений значений различных параметров обжимных соединений, а также каких-либо обширных исследований по взаимосвязи влияния и значимости множественных внешних и внутренних факторов, обуславливает актуальность темы исследования, результаты которого представлены в данной статье. Некоторые теоретические выкладки касаются комплексных факторов влияния внешней среды на обжимное соединение [1], влияние термических процессов [2], а также целые стандарты требований к геометрическому качеству обжимных соединений [3] уже были представлены широкой публике, однако данные исследования требуют подтверждения и перепроверки собственной актуальности с использованием новейших технологий и практических ревалидационных экспериментов.

Цель данного исследования – на основании реальных термоциклических тестов выявить наименее подверженную внешним факторам конфигурацию обжимного соединения (материал и длина ленты, оснастка, виды выточек), для сохранения его электрических свойств после термошоковых тестов.

Задачи:

1. Провести испытания на термоциклическость при следующих условиях:
 - А) Цепь из ножек термисторов NTC (15 шт.) и проводов (16 шт.) которые образуют между собой 30 обжимных соединений.
 - Б) Длина ножек термисторов $l=20$ мм, сопротивление $R \approx 56$ мОм. Для группы тестов №5 сопротивление ≈ 16.3 мОм.
 - В) Длина короткого провода (14 шт.) – 63-64 мм, сопротивление ≈ 7.6 мОм.
 - Г) Длина длинного провода (2 шт.) $l=250$ мм (для соединения с омметром), сопротивление $R \approx 30.4$ мОм.
 - Д) Нагревающий цикл $t=235^\circ \text{C}$ в течение 20 минут, затем охлаждение до $t=23^\circ \text{C}$ в течение 5 минут.

Е) Один эксперимент включает в себя 30 циклов. Сопротивление измеряется после каждого цикла охлаждения или нагревания.

Рисунок 1 – Схема измерительной цепи для проведения экспериментов на терморезистивность

2. Эксперименты были разделены на 8 групп, каждая из которых преследовала цель максимально изменить внешние условия для выявления наиболее существенных негативных факторов, способных влиять на обжимные соединения.

3. На основании результатов экспериментов из второй задачи выявить максимально устойчивую к внешним условиям и минимально подверженную изменениям электрического сопротивления конфигурацию для обжимного соединения как главного фактора среди электрических параметров.

Объектом исследования является соединение, выполненное методом обжима на специальных обжимных машинах серии SM Crimp. Обжимное соединение – это соединение нескольких компонентов путем фиксации под давлением металлической скобы (ленты) на концах компонентов.

Предметом исследования являются электрические и геометрические параметры обжимных соединений, в частности электрическое сопротивление, а также степень сжатия компонентов и высота соединения.

Для проведения экспериментов были использованные следующие электронные приборы:

1. Мини-печь Energy GT09.
2. ОВЕН ТРМ1 регулятор с универсальным входом.
3. Многоканальный миллиомметр GOM-7805.

Из первой группы тестов можно сделать вывод, что наиболее стабильными значениями сопротивления являются образцы, изготовленные на ленте из материала CN (Cu – 86.7-89.7%; Ni – 8.5-10.5%; Sn – 1.8-2.8%). При этом значение высоты поддержки не влияет на значения сопротивления.

Вторая группа результатов показывает, что в результате термоциклирования в соединении образуется оксидная плёнка, от которой можно избавиться путём помещения компонентов в некий объём, наполненный ортофосфорной кислотой.

Следующие группы тестов были направлены на то, чтобы определить наилучшую конфигурацию выточек соединения, а также для предотвращения окисления был использован герметик MAKROFLEX HA147, который не позволил обеспечить такие же результаты, которые обеспечило использование ортофосфорной кислоты.

В конечном итоге для обеспечения наилучших результатов с точки зрения как геометрических параметров, так и электрических, получилось обеспечить для теста образцов №28. Внешний вид сечения соединения выглядит следующим образом:

Рисунок 2 – Поперечное сечение соединения с наиболее устойчивым к внешним факторам

Данное соединение было создано при длине ленты 4.08 мм, материале CN, со стандартными формами панча и матрицы, глубокими выточками, а также при условии, что компоненты были термоциклированы перед процессом обжимки. Сопротивление перед термоциклированием ($t=23^{\circ}\text{C}$) составило в среднем 0.4 Ом. Сопротивление после термоциклирования ($t=23^{\circ}\text{C}$), составило в среднем 0.43 Ом, что является увеличением изначального электрического сопротивления всего на 7.5%, что является лучшим результатом среди всех проведенных экспериментов. Сопротивление на температуре $t=235^{\circ}\text{C}$ составило 0.71 Ом, что может говорить о том, что увеличение сопротивления при $t=235^{\circ}\text{C}$ по отношению к сопротивлению при $t=23^{\circ}\text{C}$ перед термоциклированием составило 77.5%, что также является абсолютно лучшим показателем среди 30 различных вариантов конфигураций для экспериментов.

Таким образом, были найдены наилучшие на данный момент условия для создания максимально устойчивого к внешней среде соединения, из чего можно сделать вывод, что конфигурация, при котором оно было создано – является наиболее рекомендуемой для создания обжимных соединений. Данный факт, в последствии, сможет стать отправной точкой для начала процесса разработки различных систем измерений технологических параметров для дополнения автоматизированной установки для создания обжимных соединений.

1. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-104, No. 5, May 1985, THERMAL PERFORMANCE OF SPLICES AND TERMINALS IN PIPE-TYPE CABLE SYSTEMS. J.B.PRIME, J.G.VALDES, C.J. MACIAS, J.SELSING.
2. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, 1996, DYNAMIC FINITE ELEMENT ANALYSIS SIMULATION OF THE TERMINAL CRIMPING PROCESS, G.Villeneuve, D.KULKAMI, P.BASTANGEL, D.BERRY.
3. Volkswagen. Crimp connections. Solderless electrical connections. VW 60330. – Group standard. – 12/2013.

Тащилин Л.Н.

Принципы конструирования и критерии выбора приводов

(Россия, Санкт-Петербург)

doi: 10.18411/lj-06-2019-146

idsp: ljjournal-06-2019-146

Аннотация

Статья посвящена изучению принципов конструирования различных по физическим основам приводов машин, описанию их основных характеристик, их достоинств и недостатков, сходные и отличительные черты. Детально рассмотрены