

го шума и реверберации на разборчивость речи. Он рассчитывается на основе отношения сигнал/шум в различных частотных полосах. По итогам анализа произведенных предварительных расчетов принимается решение о необходимости дополнительной настройки СЗРИ.

На заключительном этапе, после корректировки настроек параметров маскирующего шума СЗРИ «Прибой», производится повторное измерение уровня сигнала и расчет разборчивости речи. Снижение разборчивости до требуемого уровня подтвердит эффективность системы.

Результаты проведенной экспериментальной оценки системы активной защиты позволяют упростить решение ключевых задач информационной безопасности. Они включают:

– во-первых, получение достоверной количественной оценки эффективности системы в реальном помещении со сложной архитектурой и множеством потенциальных каналов утечки. Это дает возможность подтвердить или скорректировать теоретические расчеты и обосновать выбор и настройки средств защиты;

– во-вторых, выявление наиболее уязвимых участков конструкций, через которые возможна утечка речевой информации, что позволяет целенаправленно усилить их защиту;

– в-третьих, апробирование на практике методики измерений с использованием комплекса «Шум-ЗМА», что важно для специалистов в области технической защиты информации.

Проект отличается практической направленностью, применением современного измерительного оборудования и комплексным подходом, учитывающим специфику всех потенциальных каналов утечки. Полученные результаты вносят вклад в развитие методов обеспечения конфиденциальности речевой информации и повышение защищенности объектов информационной инфраструктуры.

Литература

1. Авсентьев, О. С. Математическая модель оптимизации выбора средств защиты речевой информации от утечки по акустооптическому каналу / О. С. Авсентьев, А. О. Авсентьев, Д. А. Гудков // Вестник Воронежского института МВД России. – 2019. – № 1. – С. 25–36.
2. Гаврилов, И. В. Алгоритм оценивания словесной разборчивости речи на основе функции когерентности / И. В. Гаврилов. – Тр. СПИИРАН. – 2016. – № 48. – С. 88–106.
3. Сагдеев, К. М. Методика оценки технической защищенности речевой информации в выделенных помещениях / К. М. Сагдеев, В. И. Петренко // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 12 (137). – С. 121–129.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА В ВОЗДУШНОМ ЗАЗОРЕ МАГНИТОПРОВОДА

Д. Ю. Ковалев, В. Л. Ланин, М. Е. Рахлин, Д. Е. Юшко
*Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, г. Минск*

Рассмотрена задача повышения эффективности индукционного нагрева деталей в воздушном зазоре магнитопровода. В результате экспериментальных исследований определены закономерности краевого эффекта в нагреваемой детали. Для обеспечения равномерности индукционного нагрева деталей и сокращения времени пайки применен электрический замыкатель паяемых деталей, который с помощью прибора-регулятора образует вторичный контур с низким электрическим сопротивлением и высокой плотностью вихревых токов.

Ключевые слова: индукционный нагрев, магнитопровод, физические эффекты.

PHISICAL EFFECTS OF INDUCTION HEATING IN AIR GAP OF MAGNETIC CORE

D. Y. Kovaliou, V. L. Lanin, M. E. Rakhlin, D. E Yushko

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk

The problem of increasing the efficiency of induction heating of parts in the air gap of a magnetic circuit is considered. As a result of experimental studies, the patterns of the edge effect in the heated part have been determined. To ensure uniform induction heating of parts and reduce soldering time, an electric circuit breaker for soldered parts is used, which forms a secondary circuit with low electrical resistance and high eddy current density using a regulator device.

Keywords: induction heating, magnetic circuit, physical effects.

Индукционный нагрев деталей вихревыми токами широко применяется в серийном производстве благодаря высокой скорости, локальности зоны избирательного нагрева, использовании любой газовой среды (вакуума, защитного газа, воздуха), автоматизации процесса. Использование магнитопровода для концентрации электромагнитной энергии в области зазора позволяет повысить эффективность нагрева. Однако при индукционном нагреве в зазоре магнитопровода наблюдаются краевой и электродинамический эффект. При краевом эффекте происходит искажение электромагнитного поля и распределения источников теплоты в зоне концов нагреваемого тела. Электродинамический эффект проявляется в выталкивании детали из зоны нагрева. Эти эффекты во многом определяют качество нагрева и энергетические характеристики устройств индукционного нагрева. Целью работы являлась оптимизация параметров индукционного нагрева деталей в воздушном зазоре магнитопровода при пайке деталей в процессе сборки электронных модулей.

Индукционное устройство для формирования контактных соединений легкоплавкими припоями содержало П-образный магнитопровод из феррита марки 600 НН с незамкнутой магнитной цепью и две обмотки. Индуктирующая обмотка подключалась к ВЧ генератору 1 (рис. 1). Параметры ВЧ напряжения контролировали вольтметром В7-73/1 и частотомером ЧЗ-67. Температуру в рабочей зоне измеряли с помощью термопары ХК, прикрепленной к детали 4 и цифрового измерителя температуры ТРМ-205 5. Напряженность магнитного поля в зазоре магнитопровода 2 оценивали по величине ЭДС в измерительной рамке вольтметром типа В7-73/1. Для изменения магнитной проницаемости сердечника в дополнительную обмотку подавали постоянный ток подмагничивания величиной 1–5 А от источника 3 [2].

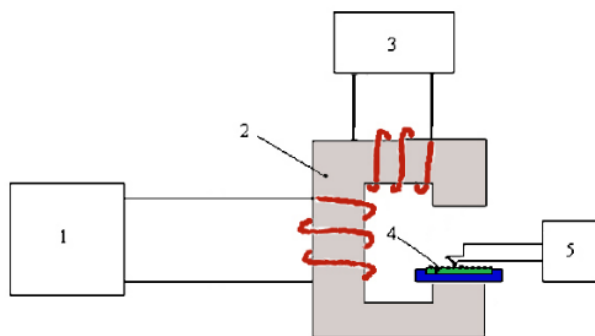


Рис. 1. Схема индукционного нагрева в зазоре магнитопровода:
1 – генератор; 2 – магнитопровод; 3 – источник тока; 4 – детали;
5 – измеритель температуры

Величина напряженности магнитного поля рассчитывалась как:

$$H = U_m / \mu_0 (4,44 \cdot Sfw),$$

где U_m – амплитуда напряжения на рамке; μ_0 – абсолютная магнитная проницаемость, S – площадь рамки; f – частота тока; w – число витков рамки.

При частоте нагрева 66 кГц напряженность магнитного поля составила $4,5 \cdot 10^5$ А/м², а неоднородность поля – 1,3–1,4 относительно центра детали (рис. 2).

В результате краевого эффекта на краях детали, подвергаемой индукционному нагреву в воздушном зазоре магнитопровода, возникает разность потенциалов, которая зависит от мощности нагрева и от удельного сопротивления материала детали. Для повышения эффективности индукционного нагрева деталей применен электрический замыкатель тока, в виде пластины из проводящего материала, которая с помощью прибора-регулятора, образует вторичный контур с низким электрическим сопротивлением и высокой плотностью вихревых токов. Это позволило устранить потери магнитного потока в окружающем пространстве и повысить эффективность индукционного нагрева.

Индукционный нагрев применен при пайке силовых контактов электронного модуля с помощью припойной пасты ПП-250. В образованном замкнутом вторичном контуре из паяемых контактов и электрического замыкателя величина вихревых токов находилась в пределах 6–10 А. Скорость индукционного нагрева возросла в 2 раза и составила 50 °С/с.

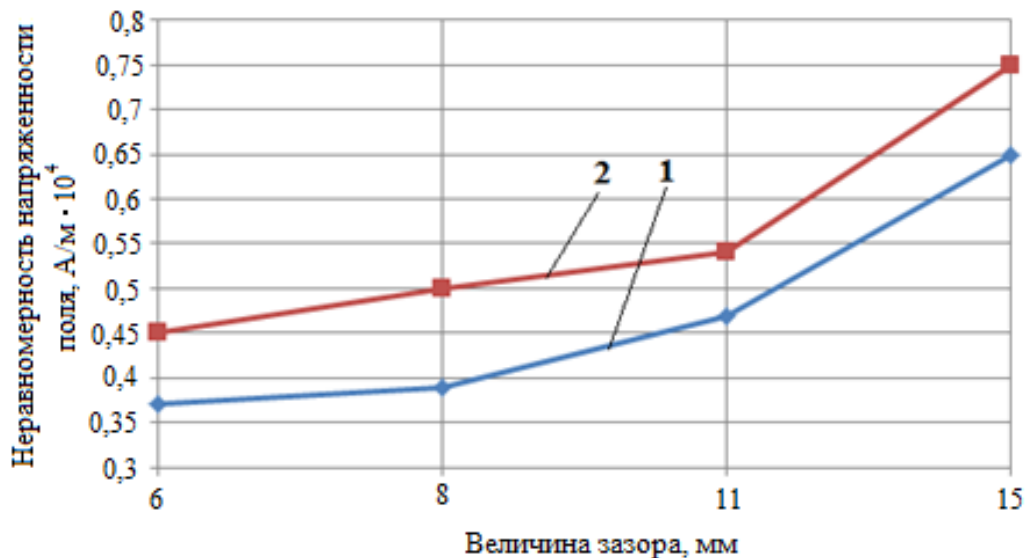


Рис. 2. Зависимости изменения напряженности относительно центра от величины зазора:

1 – на частоте 66 кГц; 2 – на частоте 22 кГц

Учет физических эффектов индукционного нагрева при нагреве деталей в воздушном зазоре магнитопровода позволяет более точно установить оптимальный температурный профиль формирования паяных соединений. Применение электрического замыкателя паяемых деталей, образующего вторичный контур с низким электрическим сопротивлением, устраняет потери магнитного потока в окружающем пространстве и повышает эффективность индукционного нагрева.

Литература

1. Induction Heating. Industrial Applications / Ed. by S. Lupi. Paris, U.I.E., 1992. – 142 p.
2. Румак, Н. В. Экономичный бесконтактный нагрев энергией переменного магнитного поля / Н. В. Румак, В. Л. Ланин, И. Н. Чернышевич // Весті АН Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 1994. – № 2. – С. 94–96.

АНАЛИЗ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЩИТЫ РЕЧЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ ВЫДЕЛЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ ОТ УТЕЧКИ ПО АКУСТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ КАНАЛАМ

П. А. Пакуш, И. А. Врублевский

*Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, г. Минск*

Статья посвящена анализу защищенности акустоэлектрических каналов, которые возникают при преобразовании звуковых волн в электрические сигналы (например, в телефонных линиях или из-за вибраций оконных стекол) и представляют угрозу утечки информации ограниченного распространения. Подробно рассмотрены методы защиты окон как слабого звена с точки зрения виброакустической безопасности. На основе анализа данных о звукоизоляции различных типов остекления обосновывается необходимость применения систем активной защиты с вибродатчиками и генераторами шума.

Ключевые слова: защита информации, система активной защиты, вибродатчик.

PROTECTION OF SPEECH INFORMATION OF THE PROTECTED ROOM FROM LEAKAGE VIA ACOUSTOELECTRIC CHANNELS

P. A. Pakush, I. A. Vrubleuski

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk

The article is devoted to the security analysis of acousto-electric channels, which arise from the conversion of sound waves into electrical signals (e.g., in telephone lines or due to window pane vibrations) and pose a threat of leaking classified information. Methods for protecting windows as a vulnerable point from the perspective of vibroacoustic security are examined in detail. Based on the analysis of sound insulation data for various types of glazing, the necessity of using Active Protection Systems (APS) with vibration sensors and noise generators is substantiated.

Keywords: information security, active protection system, vibration sensor.

Актуальность задач защиты речевой информации от утечки по акустическим каналам, связанных с источником речи человека, занимает важное место в области безопасности информации. Современные системы связи и переговоры могут сопровождаться риском утечки информации ограниченного распространения. Одним из таких каналов утечки является акустоэлектрический канал – передача звуковой информации через вибрации, электромагнитные наводки и другие физические эффекты, которые могут быть зафиксированы злоумышленниками. Для предотвращения рисков потери информации необходимо предпринять ряд мероприятий организационного и технического характера, направленных на построение системы защиты речевой информации защищаемого помещения от утечки по акустоэлектрическим каналам.

Акустоэлектрические каналы возникают из-за преобразования звуковых волн в электрические сигналы, которые могут передаваться по проводам или другим электрическим каналам. Эти каналы являются уязвимыми для перехвата или подслуши-