

## ИНДУКЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЗАЧИСТКИ ЛАКИРОВАННЫХ ПРОВОДОВ

*Калинин Р. Г., Федотов В. А., Семенов В. Д.*

*Томский Государственный Университет*

*Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР), г. Томск*

Моточные изделия широко применяются в энергетике, электромашиностроении, силовой электронике и т.д. В трансформаторах высокочастотных преобразователей и элементах релейной защиты, часто применяются обмотки с тонкими эмалированными проводами с лаковой изоляцией. При производстве моточных изделий встает вопрос о быстрой и качественной зачистке провода от лака для дальнейшего лужения и монтажа.

Среди известных методов зачистки проводов от изоляции можно отметить следующие.

*Метод механической обработки.* Лаковая изоляция удаляется с токопроводящей жилы лезвиями или абразивными материалами. Существуют специальные станки для механической зачистки. При такой обработке снимается не только эмаль, но и наносятся повреждения самому проводу, при малых диаметрах не редко возникают обрывы.

*Метод химической обработки.* В этом случае зачищаемый участок обрабатывается специальными реагентами. Основным недостатком метода является экологическая вредность (при химических реакциях выделяются токсичные вещества, которые наносят вред не только окружающей среде, но и непосредственно оператору).

*Метод термической обработки.* Суть его заключается в нагреве очищаемого участка до температуры горения лака. Существуют различные

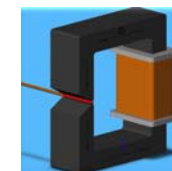
хорошо известные способы передачи тепла нагреваемому проводу, эффективность которых рассмотрена в [1] и приведена ниже:

- конвекционный нагрев от 0,1 до 0,5 Вт/см<sup>2</sup>;
- радиационный от 1 до 25 Вт/см<sup>2</sup>;
- контактный 20 Вт/см<sup>2</sup>;
- нагрев паяльной лампой 1000 Вт/см<sup>2</sup>;
- индукционный нагрев 20000 Вт/см<sup>2</sup>;

Из приведённых данных следует, что наибольшую мощность через единицу поверхности можно подвести с помощью индукционного нагрева. С точки зрения зачистки провода очень важно, что тепло подводится к лаковой изоляции изнутри и изоляция легко отслаивается от медного провода под действием его расширения и не пригорает к проводу, если его нагревать с внешней стороны. Кроме того оборудование для индукционного нагрева (ИН) требует минимума настроек, достаточно провести разовую настройку в начале работы. Нагрев до заданной температуры осуществляется за доли секунды, а сам процесс нагрева является бесконтактным. Отсутствие химических реагентов при нагреве делают его еще и экологически чистым [2], не вреднее паяльника.



а)



б)

Рис. 1. Устройство зачистки лакированных проводов индукционным нагревом Zetta (а), индуктор (б)

Разработанное устройство (рисунок 1 а) представляет собой специализированный инструмент с выносным индуктором, работает от промышленной сети 220В в импульсном режиме включено-выключено с помощью кнопки, расположенной на выносном индукторе. Время нагрева

провода программируется в соответствии с диаметром, при этом провод нагревается за короткий промежуток времени, порядка десятых долей секунды. Рабочая частота устройства может достигать величины 1МГц, что позволяет зачищать провода с диаметром от 0,15мм до 0,4мм включительно. Для повышения эффективности и качества нагрева индуктор выполнен с ферритовым концентратором магнитного потока (рисунок 1 б). Мощность, потребляемая устройством около 50 Вт, а в течение одной минуты можно осуществить 20 операций зачистки провода.

В ходе выполнения работ по проектированию устройства, были поставлены задачи, решение которых позволит расширить диапазон диаметров зачищаемых проводов:

- исследование влияния конструкции магнитопровода индуктора на эффективность нагрева и выбор его оптимальной геометрии;
- построение математической модели источника питания устройства с замкнутой обратной связью, работающего на импульсную нагрузку;
- построение математической модели высокочастотного инвертора с замкнутой обратной связью и частотным управлением.

### *Литература*

- 1 Гудэ Ж. Промышленная электроника. М : Государственное энергетическое издательство, 1960.
- 2 Вильямс Д. Дж., Траверс Г. Дж. Основные принципы подбора источников питания для индукционного нагрева стержней и проволоки // Силовая электроника. 2007. № 3. С. 100-105.
- 3 Слухоцкий А.Е. Индукторы для индукционного нагрева. Ленинградское отделение : ЭНЕРГИЯ, 1974.
- 4 Злобина М.В. Исследование и разработка индукционных нагревателей в линиях непрерывной термической обработки стальной ленты // Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Санкт-Петербург, 2001. – 161 с.