

## Применение прессованных деталей в магнитных системах реле железнодорожной автоматики

Н. И. Пивоварчик, В. С. Фадеев

ООО "НТЦ Информационные Технологии", Москва, РФ,  
e-mail: notech.mos@gmail.com

*Показана экономическая целесообразность использования прогрессивных методов порошковой металлургии при изготовлении деталей магнитных систем, в частности сердечника реле железнодорожной автоматики, обеспечивающих безопасность движения поездов.*

**Ключевые слова:** магнитопровод реле, ярмо реле.

Изготовление различных деталей методом порошковой металлургии широко используется в промышленности. Однако ввиду сложной конфигурации деталей магнитных систем реле экономически более выгодным считалось изготовление их традиционными методами штамповки, фрезерования, токарной обработки. Ещё одной проблемой было получение необходимых магнитных и механических свойств (параметров) деталей. В связи с этим возникла необходимость разработки технологии получения магнитных порошков и обеспечения заданных параметров.

Данной проблеме посвящена докторская диссертация Тимофеева И. А. "Разработка технологий изготовления порошковых магнитных материалов для электротехнических изделий" [1]. В указанной работе исследованы образцы, полученные прессованием магнитомягких порошков при различном содержании кремния — до 6,5%, остальное — железо. Изучено влияние технологического цикла (прессование—спекание—допрессовка—отжиг) на магнитные свойства магнитопроводов реле. При такой обработке индукция увеличилась на 15—30%, а коэрцитивная сила уменьшилась на 25% по сравнению с однократным прессованием. Исследованиями также установлено, что:

с повышением температуры спекания с 1570 до 1670 К магнитная индукция в слабых полях увеличивается, а коэрцитивная сила уменьшается;

произвольная скорость охлаждения не позволяет увеличить индукцию в малых и средних полях. При скорости охлаждения 50 град/ч коэрцитивная сила составляет 118—158 А/м, что может привести к залипанию якоря реле.

В работе [1] подтверждены очевидные выводы, что причинами залипания якоря реле переменного тока являются большая скорость охлаждения магнитопровода, низкая температура спекания и недостаточное время спекания.

В реле железнодорожной автоматики, обеспечивающих безопасность движения поездов, необходимо гарантировать отпадание якоря при отсутствии напряжения на его обмотках. Надёжное (безопасное) функционирование, как отмечалось в рекомендациях МСЖД для реле типа N, в основном обеспечивается конструкцией реле и отдельных его узлов. Своевременное отпадание якоря реле в значительной степени зависит и от качества материала, из которого изготавливается магнитопровод реле. Чем ниже

коэрцитивная сила и остаточная индукция материала, тем надёжнее будет отпусkanie якоря реле. Чем ниже коэффициент старения материала, тем реле будет иметь более стабильные параметры по срабатыванию и отпусkанию. Чем выше индукция насыщения, тем меньше масса магнитопровода. Этим объясняется то, что для изготовления первых реле железнодорожной автоматики (СЦБ), имеющих большую массу, применялись электротехнические стали с содержанием кремния 3—4% — кремнистые стали. Такие стали обладают малой коэрцитивной силой и практически не стареют.

В более поздних конструкциях отечественных реле типов НМШ, РЭЛ и Н применялись магнитные системы клапанного типа, в которых кремнистые стали используются только для изготовления сердечников. Для изготовления ярма, имеющего сложную конструкцию, они непригодны вследствие их хрупкости. В клапанных электромагнитах имеется два нерабочих зазора: один — в месте крепления сердечника к ярму, другой — в месте вращения якоря реле. Для того чтобы обеспечить минимальные потери магнитного потока в этих зазорах, в некоторых конструкциях реле железнодорожной автоматики, например в реле типа НМШ, приняты специальные меры: увеличена площадь поперечного сечения сердечника и предусмотрена зачистка поверхностей стыка соединения сердечника и ярма, а также плоскости ярма в месте вращения якоря.

В последних конструкциях реле железнодорожной автоматики, например в реле типов РЭЛ и Н, с целью исключения операций фрезерования сердечник ввинчивается в ярмо. Этот вариант соединения не обеспечивает стабильности характеристик реле, поскольку магнитный поток проходит по резьбе ярма, толщина которого составляет всего 3,5 мм, и резьба должна быть защищена покрытием от появления ржавчины. На стабильность характеристик влияет сила, с которой произведена затяжка соединения, и толщина покрытия резьбы. Эти факторы позволяют утверждать, что в существующих конструкциях реле не обеспечивается минимальное сопротивление магнитному потоку.

При минимизации размеров реле столь сложная конструкция требует больших трудовых и материальных затрат на производстве. Применение новых технологий, таких как метод прессования, лазерная резка, при изготовлении существующих деталей магнитопровода ощутимого эффекта не даёт. Использование этих методов может быть эффективно при другом конструктивном решении магнитной системы. Таким конструктивным решением стало объединение ярма и сердечника в одну простую в изготовлении деталь — плоский сердечник.

С целью повышения надёжности работы, виброустойчивости, технологичности изготовления и безопасного функционирования реле специалистами НТЦ "Информационные Технологии" на базе плоского сердечника разработано реле типа М с плоской магнитной системой для устройств железнодорожной автоматики.

В реле с плоской магнитной системой применён П-образный сердечник (рис. 1), который заменяет один круглый сердечник в реле типов Н и НМШ или два — в реле типа РЭЛ (рис. 2), ярмо и детали, их соединяющие, требующие точного изготовления для обеспечения минимального магнитного сопротивления в нерабочих зазорах. Не требуется сборка этих деталей. В магнитной системе с плоским П-образным сердечником нет

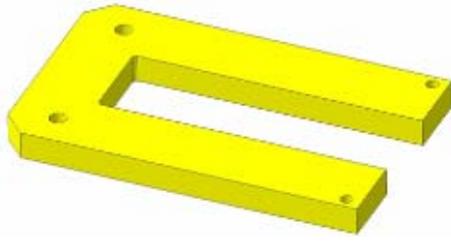


Рис. 1. П-образный сердечник плоского реле.

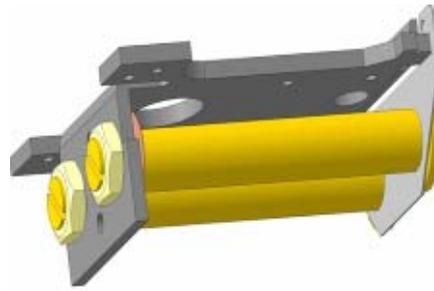


Рис. 2. Ярмо и два сердечника магнитной системы реле типа РЭЛ.

нерабочих зазоров, есть только два рабочих. Такая конструкция существенно повышает надёжность функционирования за счёт сокращения до минимума количества деталей магнитной системы.

П-образный сердечник [2] изготовлен прессованием высококачественного магнитомягкого порошкового композита — материала фирмы "Hoganes" (Швеция). При дополнительном отжиге в водороде при температуре 1150 °С удалось получить высокие магнитные характеристики: коэрцитивная сила не превышала 80 А/м (ее значения находились в диапазоне 50—70 А/м). Спрессованный под давлением высокоплотный композит легко изымается из пресс-формы и имеет гладкую поверхность, не требующую доработки. В данном сердечнике ферромагнитный материал используется для проведения магнитного потока, за счет чего обеспечивается значительная экономия электротехнической стали.

Проблема применения прессованных деталей магнитопровода в реле железнодорожной автоматики решается впервые. Данная работа показала, что прессованные детали экономически и технологически выгодны не только для реле железнодорожной автоматики, но и для всех типов электромагнитных реле.

1. Тимофеев И. А. Разработка технологий изготовления порошковых магнитных материалов для электротехнических изделий: Дис. ... д-ра техн. наук. — М., 2009. — 311 с.
2. Пат. 133972 РФ. Полезная модель. Плоский П-образный сердечник электромагнитной системы реле (варианты) / [В. А. Клюзко, А. В. Мокин, В. С. Фадеев и др.]. — Оpubл. 27.10.2013.

### **Застосування пресованих деталей в магнітних системах реле залізничної автоматики**

М. Й. Пивоварчик, В. С. Фадєєв

*Показано економічну доцільність застосування прогресивних методів порошкової металургії для виготовлення деталей магнітних систем, зокрема сердечника реле залізничної автоматики, що забезпечують безпеку руху поїздів.*

**Ключові слова:** магнітопровід реле, ярмо реле.

### **The use of pressed parts in magnetic systems relay zeleznodrozhniy automation**

N. I. Pivovarchik, V. S. Fadeev

*In this work confirmed the economic feasibility of using progressive methods of powder metallurgy in manufacturing of parts of magnetic systems, in particular the core, for the relay of railway automation, providing traffic safety of trains.*

**Keywords:** the magnetic circuit of the relay, the yoke relay.