

*к.т.н., доц. Павленко Т.П.
Национальный технический университет "Харьковский
политехнический институт" (НТУ «ХПИ», г. Харьков, Украина)*

ПРИМЕНЕНИЕ АМОΡФНЫХ СПЛАВОВ В УСТРОЙСТВАХ ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ

У роботі показана можливість застосування аморфних сплавів у високочутливих пристроях захисного відключення, призначених для захисту людини від поразки електричним струмом. Як показали дослідження, дані сплави відповідають технічним параметрам по магнітній проникності і можуть бути застосовані замість пермалюю.

Введение. Практическое значение магнитных материалов в современной технике постоянно возрастает. Увеличивается их производство, разрабатываются и находят все большее применение новые виды элементов конструкций на основе новых магнитных материалов.

Свойства магнитных материалов чрезвычайно структурно чувствительные. Так, магнитная проницаемость и коэрцитивная сила многих из них в зависимости от структурного состояния могут изменяться в тысячи раз.

Несмотря на большое техническое и научное значение, многие вопросы физики магнитных материалов изучены еще недостаточно.

Анализ свойств магнитных материалов, а именно по магнитной проницаемости при различных частотах, скорости смещающихся доменных границ, магнитного гистерезиса, коэрцитивной силы частных и предельных петель гистерезиса, потерь энергии при перемагничивании, максимальной магнитной энергии постоянных магнитов, изменение поляризации проходящих и отраженных электромагнитных волн, подвижности цилиндрических доменов и др. – произведен на основе единых физических представлений [1].

Одним из новых, но уже достаточно распространенным магнитным материалом в странах дальнего зарубежья и России являются аморфные сплавы или аморфные стекла.

Особенностью аморфных тел является отсутствие у них дальнего порядка в расположении атомов, присущий кристаллическим сплавам.

Стабильность свойств в аморфном состоянии определяется несколькими критериями наиболее общими из которых считаются термодинамические, кинетические и технологические [2].

Исходя из различных исследований свойств аморфных материалов было определено, что их можно использовать в высокочувствительных устройствах, например, в датчиках различного назначения или в устройствах защитного отключения.

Учитывая высокую магнитную проницаемость аморфных сплавов, целью работы является: определение возможности применения высокочувствительных марок аморфных сплавов в магнитных системах устройств защитного отключения.

Анализ результатов исследований. В настоящее время устройства защитного отключения (УЗО) широко применяются в низковольтных установках 380/220 В для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током, а также в бытовых электроприборах. Для таких устройств необходим магнитомягкий материал, обладающий высокой магнитной проницаемостью. В качестве магнитопроводов таких устройств применяются сплавы с высокой начальной магнитной проницаемостью, например, пермаллой марки 79 НМ, у которого величина начальной магнитной проницаемости находится в пределах 10000-20000. Данные материалы обладают существенным недостатком, а именно они очень чувствительны к любым механическим нагрузкам, что может привести к потере магнитных свойств.

В соответствии с поставленной целью для исследований был выбран аморфный сплав марки 84 КХСР, магнитные характеристики и параметры срабатывания которого могут подойти для быстрого отключения устройств подобного типа.

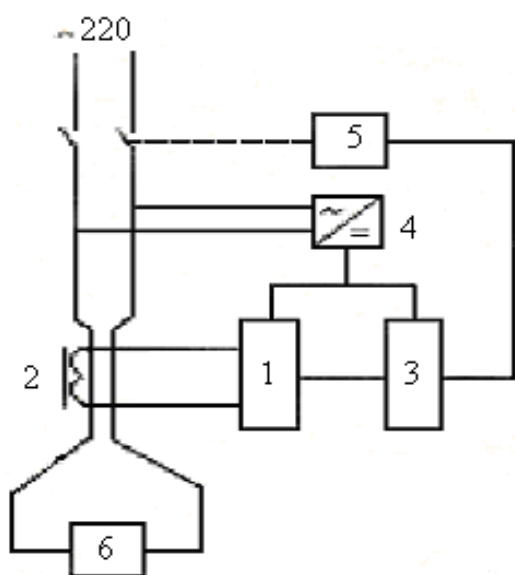


Рисунок 1 – Структурная схема УЗО.

Магнитопровод датчика тока охватывает оба провода (фазный и нулевой), которые питают нагрузку 6. При этом на входной обмотке датчика тока сигнал отсутствует, поскольку токи в первичной цепи дат-

структурная схема типичного УЗО показана на рис.1, которая состоит из входного усилителя 1, датчика тока утечки 2, усилителя мощности 3, блока 4 преобразования переменного сетевого напряжения в постоянное напряжение для питания электронной нагрузки выключателя 5.

Магнитопровод датчика тока охватывает оба провода (фазный и нулевой), которые питают нагрузку 6. При этом на входной обмотке датчика тока сигнал отсутствует, поскольку токи в первичной цепи дат-

чика равны по величине и противоположны по направлению, в результате чего магнитное поле тока нагрузки не создает в магнитопроводе датчика магнитного поля. При наличии тока утечки на землю, появляющегося, например, при прикосновении человека к фазному проводу, нарушается баланс тока в первичной цепи датчика, в результате чего на выходе вторичной обмотки наводится ЭДС, которая через усилитель мощности воздействует на выключатель нагрузки, вызывая отключение цепи от сети ~ 220В.

Минимальная величина тока утечки на землю, на которую должно реагировать УЗО, находится в пределах 10 мА-30 мА.

Для обеспечения необходимой чувствительности УЗО магнитопроводы датчиков тока утечки должны обладать достаточной величиной магнитной проницаемости в зоне малых напряженностей магнитных полей.

Для определения возможности применения аморфного сплава марки 84 КХСР в УЗО были проведены испытания по схеме, показанной на рис. 2.

По первичной обмотке датчика тока с сердечником из аморфного сплава пропускался переменный ток частоты 50 Гц и измерялась величина ЭДС на выходной обмотке датчика измерительным прибором V , например, электронно-лучевым осциллографом.

ЭДС E на выходной обмотке датчика в соответствии со схемой замещения, приведенной на рис. 3 определяется по формуле:

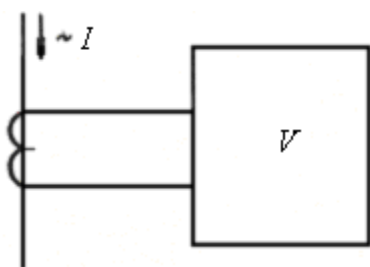


Рисунок 2 – Электрическая схема измерения

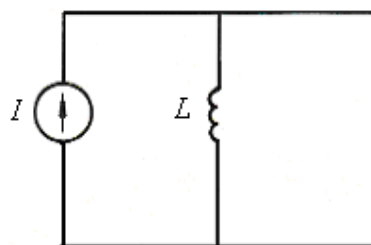


Рисунок 3 – Схема замещения датчика тока УЗО

$$E = \frac{L}{\omega_2} \cdot \frac{dI}{dt} \quad (1)$$

где L – индуктивность ветви намагничивания датчика тока;

I – величина первичного тока;

ω_2 – количество витков вторичной обмотки.

Индуктивность ветви намагничивания L определяется по формуле:

$$L = \mu_n \frac{S\omega_2^2}{l_{cp}}, \quad (2)$$

где μ_n – начальная магнитная проницаемость;

S – сечение магнитопровода;

l_{cp} – средняя длина магнитной силовой линии.

При синусоидальном токе выражение (3) можно записать в виде:

$$E = \frac{\omega L}{\omega_2} I_m \cos \omega t. \quad (3)$$

Тогда с учетом (2) и (3) в предположении, что по осциллографу измеряется амплитудное значение E_m , при котором $\cos \omega t = 1$, получим выражение для начальной магнитной проницаемости:

$$\mu_n = \frac{E_m l_{cp}}{S \omega_2 I_m \omega}. \quad (4)$$

Исследовались образцы датчика тока с магнитопроводом из аморфного сплава марки 84 КХСР, имеющие следующие параметры: сечение магнитопровода $S = 0,18 \text{ см}^2$, число витков вторичной обмотки $\omega_2 = 300$, средняя длина магнитопровода $l_{cp} = 0,05 \text{ м}$.

При пропускании по первичной обмотке датчика переменного тока величиной 10 мА и частотой 50 Гц амплитудное значение $U_m = 5 \text{ мВ}$. Отсюда величина начальной магнитной проницаемости с учетом (4) равна 9000. Таким образом, по величине начальной магнитной проницаемости исследуемый материал 84 КХСР приближается к пермаллою марки 79 НМ. Для сравнения было проведено испытание датчика тока утечки с магнитопроводом из сплава 79 НМ, имеющего те же параметры. Окончательный вывод по этой работе может быть сделан после полного исследования данных сплавов при разных условиях и режимах работы.

Вывод. Таким образом, проведенные исследования показали, что аморфные сплавы типа 84 КХСР могут найти применение в датчиках тока утечки устройств защитного отключения. Применение аморфных сплавов вместо применяемых в настоящее время сплавов типа 79 НМ может дать экономический эффект за счет более простой технологии изготовления сердечников.

В работе показана возможность применения аморфных сплавов в высокочувствительных устройствах защитного отключения, предназначенных для защиты человека от поражения электрическим током. Как показали исследования, данные сплавы соответствуют техниче-

ским параметрам по магнитной проницаемости и могут быть применены вместо пермаллоя.

Библиографический список.

1. Аморфные металлические сплавы . Под ред. Люборского Ф.Е.: Пер с англ.-М: Металлургия, 1987, 584 с.

2. Д.Раскин, С.Х. Смит .Применение аморфных сплавов: настоящее и будущее. Allied Corporation Mettglas Products, 6 Eastmens Road. Parsifary, New Yersey, 07054, USA..325 p.

Рекомендовано к печати д.т.н., проф. Луниковым В.С.