

СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РЕЛЕ

Розглянуто спосіб визначення механічних і електричних параметрів електромагнітних реле без зняття захисного кожуха. В основу покладено допускний контроль діагностичних сигналів, одержаних по трьох інформаційних каналах: електричному, оптичному і акустичному. Описана процедура контролю і наведені результати вимірювань параметрів, висловлені принципи комп'ютерної технології перевірки реле.

Рассмотрен способ определения механических и электрических параметров электромагнитных реле без снятия защитного кожуха. В основу положен допускной контроль диагностических сигналов, полученных по трем информационным каналам: электрическому, оптическому и акустическому. Описана процедура контроля и приведены результаты измерений параметров, изложены принципы компьютерной технологии проверки реле.

A method of mechanical and electric parameters control of electromagnetic relays without removal of protective casing is expounded in the article. Control of diagnostic signals obtained by three informative channels: electric, optical and acoustic has been put in the basis. An installation diagram which realizes the proposed method has been provided.

Проблема автоматизации контроля и обеспечения надежности релейных систем железнодорожной автоматики и телемеханики сегодня решается с помощью тщательного технологического контроля механических и электрических параметров электромагнитных реле в ремонтно-технологических участках дистанции сигнализации и связи. Вместе с тем, решение этой задачи до сих пор производится без применения компьютерных технологий и без применения современной компьютерной техники.

Продолжает существовать необходимость вскрытия блоков, ручное измерение механических параметров, с применением большого числа квалифицированных специалистов.

Задача современной технологии диагностики и профилактического ремонта аппаратуры должна включать тестовый компьютерный контроль электрических и особенно механических параметров электромагнитных реле, а также оптимизацию межремонтного периода.

В последних работах [1; 2] указанного направления, рассматриваются устройства контроля механических параметров реле, которые используют только электрические каналы сбора информации, ограниченные по динамическому режиму контроля параметров, например, физические зазоры, характерные точки механической характеристики и т. п., особенно для медленнодействующих реле.

Целью исследования является анализ предложенного способа определения механических, электрических и временных параметров электромагнитных реле по нескольким измерительным каналам без снятия защитного кожуха.

Результаты исследования получают с помощью автоматизированного рабочего места (АРМ-РТУ-Р), реализующего этот способ диагностики реле, путем ряда последовательно-параллельных измерений динамических характеристик реле (без снятия кожуха) по трем каналам – электрическому, оптическому и акустическому [3; 4]. Информация получается с помощью внешних датчиков, а обработка данных выполняется пакетом специальных программ. После этого выдается результат о величинах параметров испытуемого прибора, их сравнение с допусками, заложенными в базе данных для данного типа реле. Сравнение этих данных с допусками позволяет определить остаточный ресурс и сделать вывод о дальнейшей эксплуатации прибора по его состоянию [5; 6].

После очередной поверки результаты всех измерений сохраняются в базе данных и распечатываются для документации.

С помощью оптического канала получают характеристику изменения воздушного зазора между якорем и сердечником реле за время притяжения или отпадания якоря.

Акустический канал позволяет получить акустическую характеристику работы реле.

Электрический канал позволяет производить измерения электрических параметров реле, снятие динамических характеристик реле в процессе его работы параллельно с работой оптического и акустического канала, а также формирование и регистрацию временных меток включения и отключения питания, замыкания и размыкания контактов реле.

Рассмотрим уравнение движения подвижной системы реле

$$F_3 = m_1 \frac{d^2\delta}{dt^2} + f_{тр} \frac{d\delta}{dt} \pm a\delta + F_0, \quad (1)$$

где F_3 – сила притяжения, действующая на якорь; m_1 – приведенная масса движущихся частей реле; δ – перемещение якоря; $f_{тр}$ – удельная сила сопротивления движению якоря и движущихся частей реле; a – приведенная жесткость контактных и возвратных пружин; F_0 – начальное значение электромагнитной противодействующей силы [7].

Для приближенного решения этого нелинейного дифференциального уравнения используют графо-аналитический метод последовательных приближений. Заметим, что аналитический метод решения нелинейного уравнения (1) крайне затруднителен, поскольку требует аналитического представления зависимости δ от времени. Проблема упрощается, если ход якоря в процессе движения определять косвенным экспериментальным методом и вводить его в уравнение.

При снятии динамических характеристик с помощью АРМ-РТУ-Р используется устройство [8] и способы [3; 4], предложенные и реализованные в нем.

Общий вид устройства для контроля параметров электромагнитного реле представлен на рис. 1. Устройство подключается к компьютеру

и может работать как со специальным программным обеспечением, так и в режиме ручного управления.

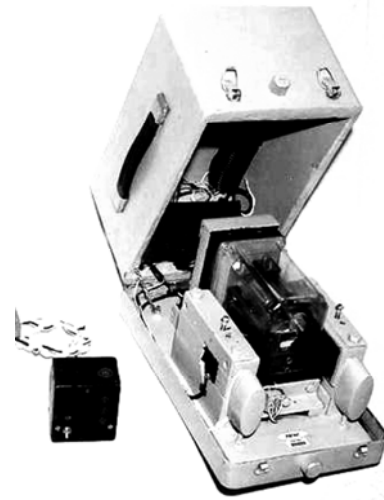


Рис. 1. Устройство для контроля параметров электромагнитного реле

На рис. 2 представлены экспериментально полученные параллельные во времени динамические характеристики для реле НМШ2-900:

- а) изменения величины физического зазора;
- б) изменения амплитуды и частоты акустических шумов, возникающих при работе реле;
- в) изменения амплитуды тока в обмотке реле;
- г) изменения амплитуды напряжения на подвижных группах контактов;
- д) изменение величины контактного сопротивления.

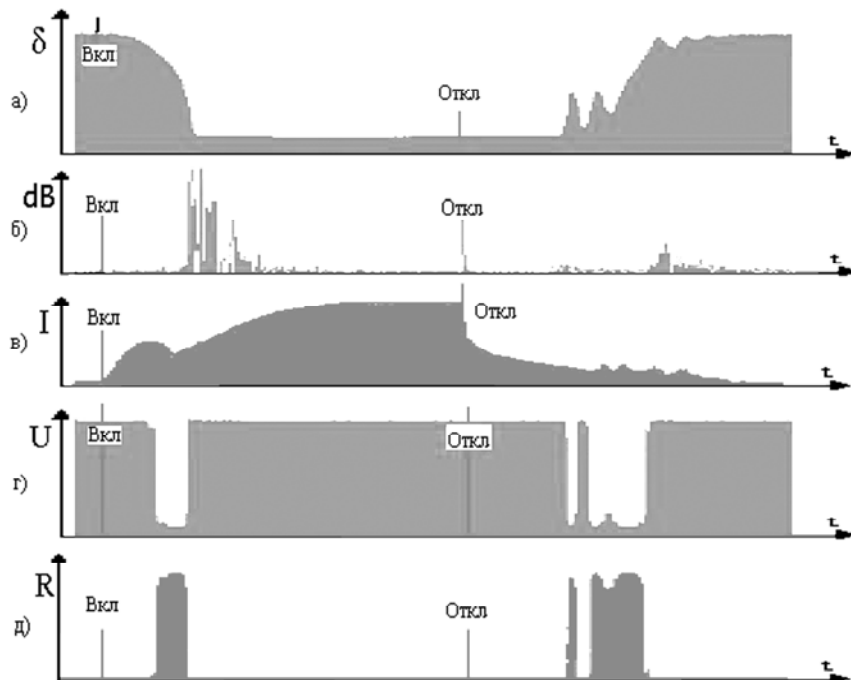


Рис. 2. Экспериментально полученные динамические характеристики процесса работы реле НМШ2-900

Снятые параллельно во времени динамические характеристики реле содержат в себе изменения любого механического или электрического параметра в сопоставлении с процессами, происходящими в данный момент времени работы реле. Сопоставление полученных таким образом совокупностей динамических характеристик дает возможность осуществления более глубокой диагностики работоспособности реле. А экспериментально полученные из динамических характеристик данные могут быть использованы для решения аналитических уравнений, определяющих параметры реле.

На рис. 3 представлена сравнительная динамика изменения величины физического зазора в процессе притяжения и отпадания якоря для разных типов реле. Различная динамика изменения величины физического зазора также характерна для исправного и для неисправного электромагнитного реле. Так, при многократном повторении и регистрации динамики процессов, происходящих при включении и от-

ключении реле (притяжении и отпадании якоря), для одного типа реле, с последующим сравнением снятых динамических характеристик между собой, можно судить об их аутентичности первоначально зарегистрированным и о стабильной (нормальной) работе реле.

Экспериментально полученная характеристика изменения величины воздушного зазора (см. рис. 2, а, рис. 3) полностью подтверждает теорию переходных процессов в электромагнитном реле. Результаты дают наглядную картину движения якоря реле в совокупности с сопровождающими процесс акустическими шумами (см. рис. 2, б) и одновременно снятыми электрическими характеристиками с обмотки (см. рис. 2, в) и с контактных групп реле (см. рис. 2, г, д).

Механические процессы, происходящие при работе реле, сопровождаются акустическими колебаниями (шумами). Эти колебания имеют определенную структуру и форму для разных типов (см. рис. 2, б), а также для исправного и для неисправного электромагнитного реле.

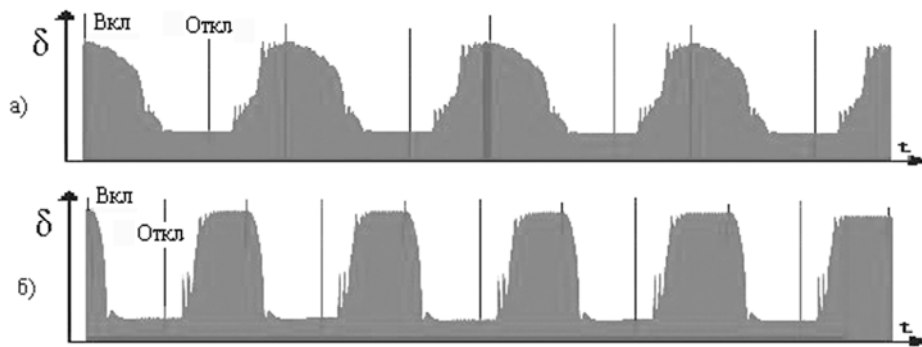


Рис. 3. Динамика изменения величины физического зазора в процессе притяжения и отпадания якоря для разных типов реле:
а – для реле НМШ-М; б – для реле НМШ2-900

Все динамические характеристики, представленные выше, получены с помощью устройства для контроля параметров электромагнитного реле, подключенного к компьютеру, и работающих совместно со специальным программным обеспечением.

Использование этого устройства с соответствующим программным обеспечением предоставляет возможность, не снимая кожуха, получить акустическую и механическую (оптическую) диаграмму работы реле, а также соответствующие им во времени электрические характеристики работы реле, снять электрические параметры, автоматически проанализировать полученные данные и вычислить механические параметры реле. Кроме того, использование устройства открывает возможности для более глубокой диагностики реле, в частности, делать выводы о состоянии поверхностей контактных

групп, а в итоге об общей работоспособности реле и об оптимальном периоде последующих проверок.

В перспективе, по динамике переходных процессов, полученных экспериментально через определенные промежутки времени, можно судить о возможных отклонениях в нормальной работе электромагнитного реле, прогнозировать его наработку до отказа.

Предложенный метод компьютерного контроля работоспособности электромагнитного реле путем параллельной регистрации динамики изменения параметрических характеристик реле в совокупности с динамическими характеристиками изменения величины физического зазора, а также с сопровождающими процесс акустическими колебаниями создает возможности для тестового контроля работоспособности реле.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Разгонов А. П. Стенд для автоматизированной проверки параметров реле // Автоматика, телемеханика и связь. 1991. – № 2. – С. 41–43.
2. Гаврилюк В. И. Автоматизированное измерение механических параметров реле железнодорожной автоматики / В. И. Гаврилюк, В. И. Профатилов // Сборник научных трудов ДИИТа. 2001. – № 7. – С. 23–25.
3. Разгонов А. П. Спосіб визначення механічних параметрів електромагнітного реле / А. П. Разгонов, А. В. Андреевских, Б. М. Бондаренко, Д. А. Безрукавый // Декларационный патент на полезную модель №11888. – Бюллетень № 1. 2006.
4. Разгонов А. П. Спосіб діагностики роботи контактних груп багатоконтактного реле / А. П. Разгонов, А. В. Андреевских, Б. М. Бондаренко, Д. А. Безрукавый // Декларационный патент на полезную модель № 11179. – Бюллетень № 12. – 2005.
5. Разгонов А. П. Выбор допусков // Автоматика, телемеханика и связь. 1988. – № 6. – С. 38–39.
6. Андреевских А. В. Оптимизация контроля механических параметров электромагнитных реле // Автоматика, информатика и связь. 2003. – № 1. – С. 63.
7. Витенберг М. И. Расчет электромагнитных реле. – Л.: Госэнергиздат. – 1975.
8. Разгонов А. П. Пристрій для вимірювання механічних параметрів електромагнітного реле. / А. П. Разгонов, А. В. Андреевских, Б. М. Бондаренко, Д. А. Безрукавый // Декларационный патент на полезную модель № 7850. – Бюллетень № 7. – 2005.

Поступила в редколлегию 25.07.2006.