

А. П. РАЗГОНОВ, А. В. АДРЕЕВСКИХ, Б. М. БОНДАРЕНКО, Д. А. БЕЗРУКАВЫЙ,  
А. Ю. ЖУРАВЛЕВ (ДИИТ)

## МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ РЕЛЕ

Багатоканальний цифровий метод діагностики реле полягає у використуванні експериментально одержаних даних, для обчислення характеристик і параметрів випробовуваного реле. Під час реєстрації динамічних характеристик паралельно по всіх каналах, здійснюється аналогово-цифрова обробка результатів, методом порівняння із закладеними в пам'ять комп'ютера допусками і робиться висновок про справність приладу.

Многоканальный цифровой метод диагностики реле заключается в использовании экспериментально полученных данных для вычисления характеристик и параметров испытуемого реле. Во время регистрации динамических характеристик параллельно по всем каналам, производится аналогово-цифровая обработка результатов, методом сравнения с заложенными в память компьютера допусками и делается вывод об исправности прибора.

The multichannel digital method diagnostics of relay consists in the use of experimentally findings, for the calculation of parameters of examinee relay. During registration of dynamic descriptions parallel on all channels, analog-to-digital treatment of results is produced, by the method of comparison with the admittances stopped up in memory of computer and is drawn conclusion about the good condition of device.

Наряду с развитием микропроцессорной техники и технологии в системах железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) электромагнитные реле продолжают выполнять важнейшие функциональные задачи. Высокие требования, предъявляемые к надежности систем, достигаются путем значительных трудозатрат на профилактику и контроль параметров реле в ремонтно-технологических участках (РТУ) дистанций сигнализации и связи.

Эти проблемы решаются методами и технологиями, разработанными в середине прошлого столетия. Причем выполнение ремонтно-профилактических работ требует высокой квалификации специалистов, выполняющих основной объем технологических операций по измерению и контролю параметров, практически вручную.

Для совершенствования технологии контроля и измерения, особенно механических параметров реле авторами предложен ряд технических решений [1–5].

Использование предложенных устройств и способов успешно решает проблему обеспечения надежности электромагнитных аппаратов на основе компьютерной технологии, включающей автоматическое тестирование основных параметров реле с последующей оценкой реакции объекта и ее сравнением с эталонной. Кроме того, по принятым критериям, например запасу ресурса, может определяться очередной межремонтный период. Это позволяет перейти

к более эффективному обслуживанию объекта по его текущему состоянию, поскольку своевременное обнаружение дефектов экономит средства на устранение последствий отказов.

Целью статьи является разработка многоканального программного комплекса на основе аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) и анализ результатов, полученных предложенным цифровым методом тестовой диагностики реле.

Для решения этой задачи использовалось автоматизированное рабочее место (АРМ-РТУ-Р), регистрирующее динамические характеристики реле одновременно по трем информационно-измерительным каналам: электрическому, акустическому и оптическому без снятия защитного кожуха [6–8].

Сущность предложенного многоканального цифрового метода тестовой диагностики заключается в использовании данных, одновременно полученных с помощью АРМ-РТУ-Р по этим каналам для вычисления требуемых параметров реле. Динамические характеристики работы реле снимаются при помощи аналоговых датчиков АРМа, преобразуются в цифровой код с помощью АЦП и передаются в системный блок компьютера. После этого производится программная обработка результатов и их сравнение с записанными в памяти компьютера допусками. Структурная схема многоканального комплекса представлена на рис. 1. Алгоритм работы комплекса на рис. 2.



Рис. 1. Структурная схема многоканального программного комплекса на основе АЦП

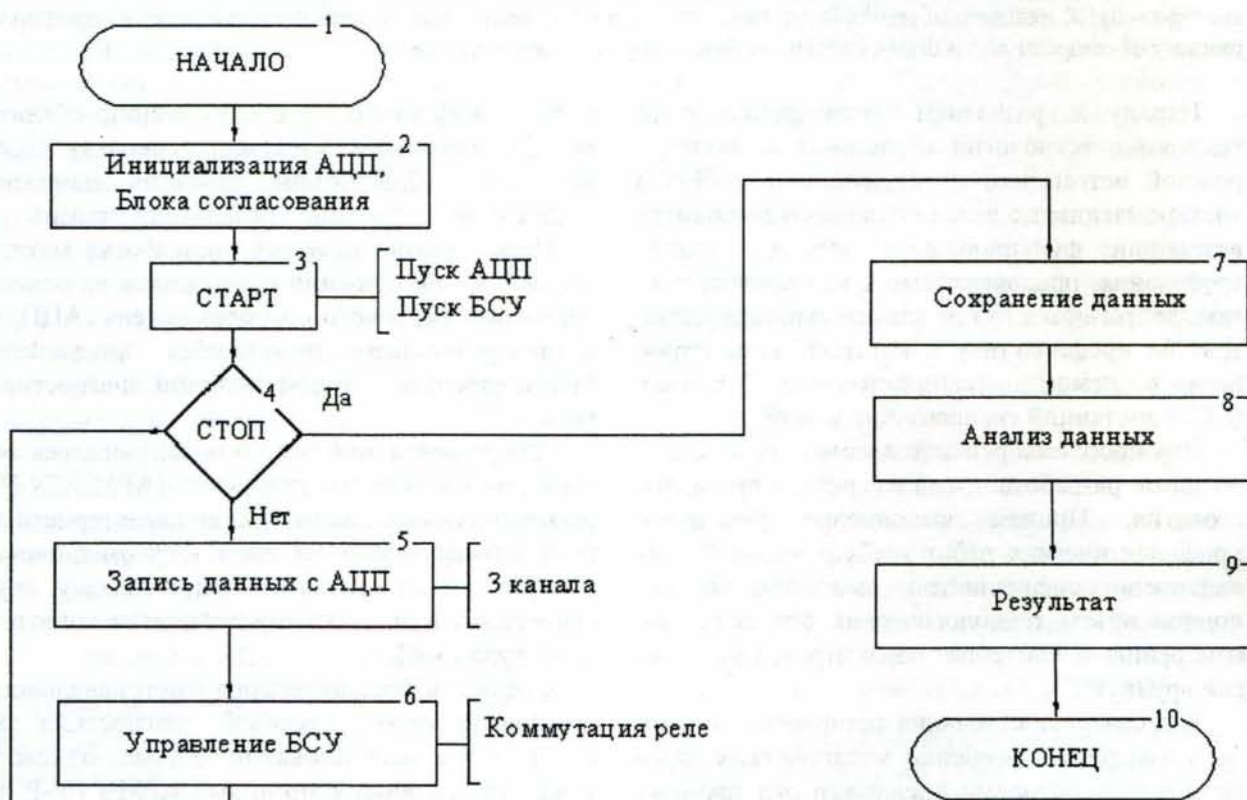


Рис. 2. Общий Алгоритм работы комплекса по сбору и обработке результатов исследования

Работа комплекса по представленной структурной схеме заключается в параллельной регистрации сигналов, полученных с датчиков при работе реле и установленных вместе с блоком реле на платформе в специальной камере (на рисунке показано штриховой линией). Регистрация сигналов производится одновременно по нескольким измерительным каналам с последующим их преобразованием с помощью АЦП и передачей для обработки в системный блок компьютера. Системный блок компьюте-

ра, в соответствии с Алгоритмом (см. рис. 2), через блок согласования управления обеспечивает программное управление работой реле, обработку полученных данных, их сравнение с записанными в памяти компьютера допусками и вывод результатов сравнения на монитор.

По итогам такого анализа делается вывод об исправности прибора, оценка динамики изменения параметров и прогноз его состояния через определенный период времени, а также рассчитывается оптимальный межремонтный период и

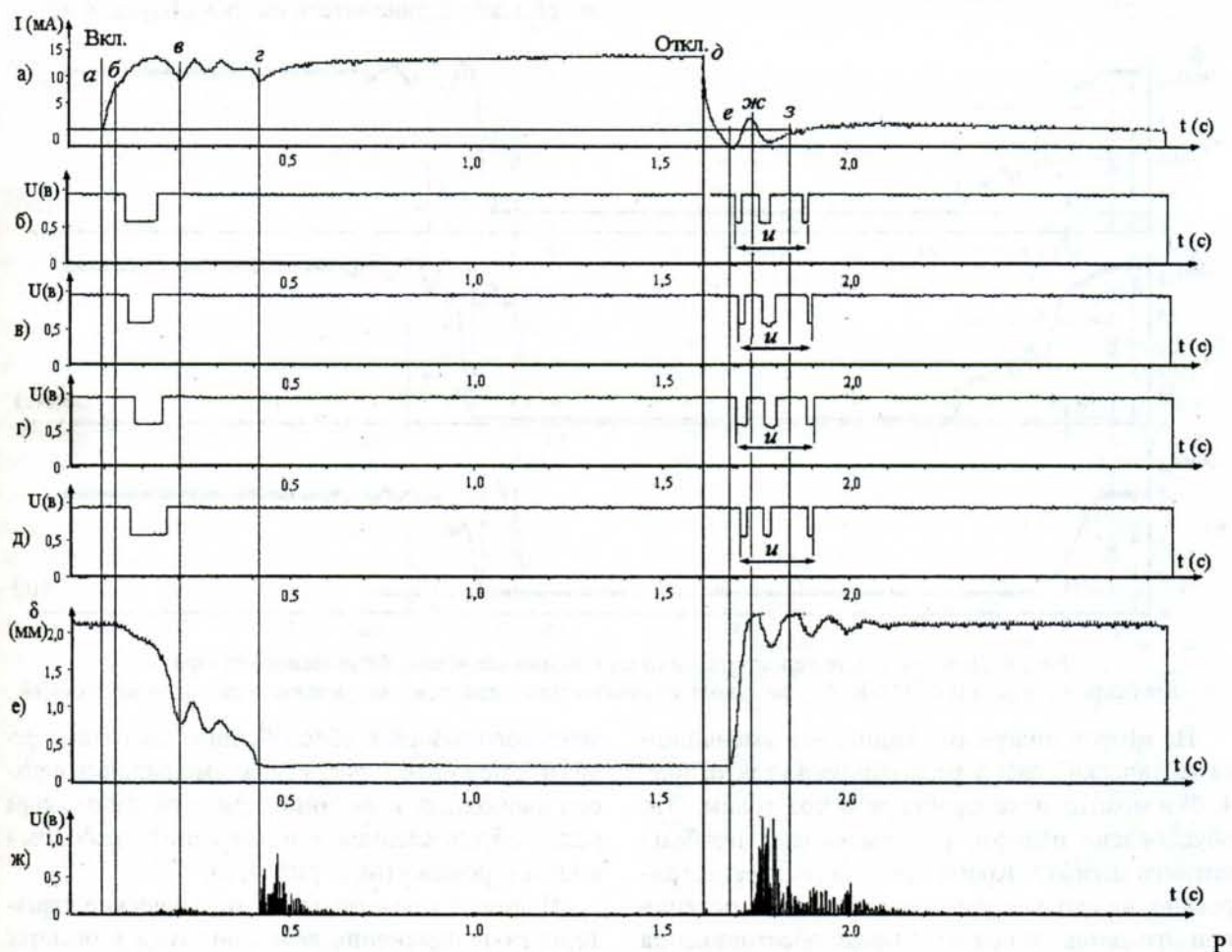
место эксплуатации. При тестировании реле с использованием сертифицированного АЦП (LCARD E - 140) обеспечивается высокая степень достоверности результатов на соответствие техническим параметрам при минимальных затратах средств, времени и минимальных требованиях к квалификации специалистов, выполняющих эту работу. Данные исследований сохраняются в электронном виде в базе данных и распечатываются для документаций.

Исследованиями установлено, что получение динамических характеристик реле целесообразно проводить как при рабочем токе в обмотке реле, так и при его минимальном значении. Это позволяет достовернее и глубже оценить характер коммутационных процессов в

аппарате, что повысит качество ремонта. Проведем анализ полученных АРМом динамических характеристик работы нормальнодействующего реле.

На рис. 3 представлены диаграммы динамических характеристик, полученные с помощью АЦП и соответствующие исправной работе реле НМШ2-900 при минимальном токе срабатывания.

В электрическом канале станда производится регистрация тока в обмотке реле при включении и отключении реле (рис. 3, а), а также регистрация времени скольжения и оценка состояния качества контактных поверхностей и характера коммутационного процесса по изменению напряжения в цепи контактной группы во время скольжения контактов (рис. 3, б-д).



ис. 3. Динамические характеристики работы реле НМШ2-900:

а – изменение тока в обмотке реле; б – работа контактной группы 21-23; в – работа контактной группы 41-43; г – работа контактной группы 61-63; д – работа контактной группы 81-83; е – изменение величины физического зазора; ж – акустические сигналы

Оптический канал производит регистрацию динамического изменения физического зазора, характеризующее механическое перемещение якоря реле (рис. 3, е).

Акустический канал регистрирует вибрацию, сопровождающую все механические перемеще-

ния, происходящие в блоке реле, и имеющую в своем составе широкий спектр и различную амплитуду составляющих акустического сигнала (рис. 3, ж). Акустические диаграммы работы реле дополняют информацию, полученную в электрическом и оптическом канале.

На диаграммах проведены вертикальные линии, характеризующие основные моменты времени при работе реле:

*a* – обозначает момент подачи тока в обмотку реле;

*б* – отмечено начало движения якоря реле;

*в* – характерная экстремальная точка «провала» на диаграмме тока (рис. 3, *a*) и диаграмме перемещения якоря реле (рис. 3, *e*);

*г* – остановка (рис. 3, *e*) и удар якоря о полусный наконечник (рис. 3, *ж*);

*д* – отключения питания реле;

*е* – начало движения якоря реле при его отпадании;

*ж* – момент появления максимального физического зазора (рис. 3, *e*), соприкосновение (удар)

якоря с опорой (рис. 3, *ж*) и характерный «выброс» значения тока (рис. 3, *a*);

*з* – период свободного колебания якоря при его отпадании (рис. 3, *e*) и завершение электромагнитных процессов в обмотке реле;

Кроме того линии *ж* и *з* характеризуют «дребезг» контактов во время отпадания и вибрации якоря реле (промежуток *и*, рис. 3, *б-д*).

Если сравнить динамические характеристики исправного и неисправного реле, то можно заметить существенные различия в некоторых из них.

На рис. 4 представлены динамические характеристики изменения величины физического зазора реле НМШ2-900: для его исправного состояния (рис. 4, *a*); при износе антимагнитного штифта (рис. 4, *б*) и при неправильной регулировке, когда якорь зажат ограничительной скобой (рис. 4, *в*).

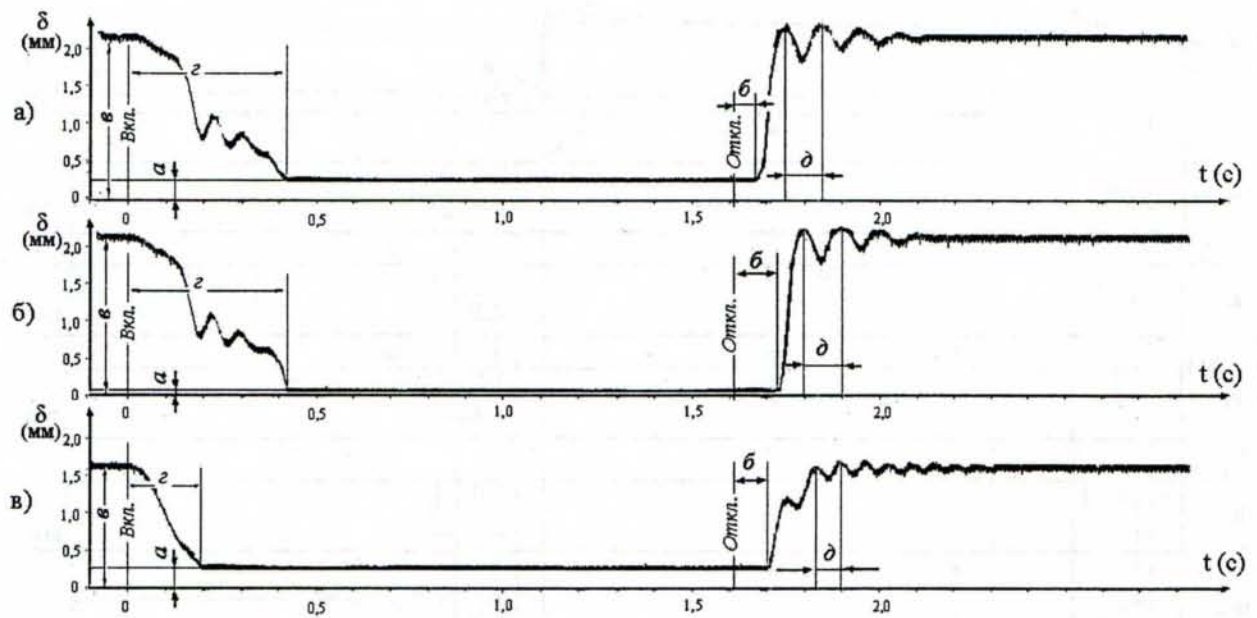


Рис. 4. Динамические характеристики изменения величины физического зазора:

*a* – для исправного реле НМШ2-900; *б* – при износе антимагнитного штифта; *в* – якорь зажат ограничительной скобой

На второй диаграмме видно, что уменьшился физический зазор реле (промежуток *a*, рис. 4, *б*) в момент нахождения реле под током. Это обусловлено износом (уменьшением) антимагнитного штифта. Кроме того, было зарегистрировано, на сколько увеличилось время трогания при отпадании якоря реле после обесточивания обмотки (промежуток *б*, рис. 4, *б*), это обусловлено большей удерживающей силой при меньшем физическом зазоре, за счет снижения магнитного сопротивления.

На третьей диаграмме показано уменьшение величины физического зазора в обесточенном состоянии (промежутка *в*, рис. , *в*). Это обусловлено соприкосновением якоря с ограничительной скобой. Кроме того, видно уменьшение времени притяжения якоря из-за меньшего фи-

зического зазора в обесточенном состоянии реле (промежуток *г*, рис. 4, *в*) и уменьшения периода свободных колебаний при отпадании якоря реле, обусловленное его меньшим свободным ходом (промежуток *д*, рис. 4, *в*).

На рис. 5 представлены динамические характеристики изменения величины тока в обмотке для исправного реле (рис. 5, *a*), при износе антимагнитного штифта (рис. 5, *б*) и когда якорь зажат ограничительной скобой (рис. 5, *в*).

Из второй диаграммы (рис. 5, *б*) следует, что величина тока в точке *a*, имеет меньшее значение, это объясняется большей противо-э.д.с. в цепи обмотки реле, из-за меньшего размера антимагнитного штифта. На третьей диаграмме (рис. 5, *в*) видно отсутствие, характерных для первых случаев, колебаний значения тока, это

объясняется меньшей скоростью и отсутствием свободных колебаний якоря реле, из-за наличия

дополнительного трения якоря об ограничительную скобу.

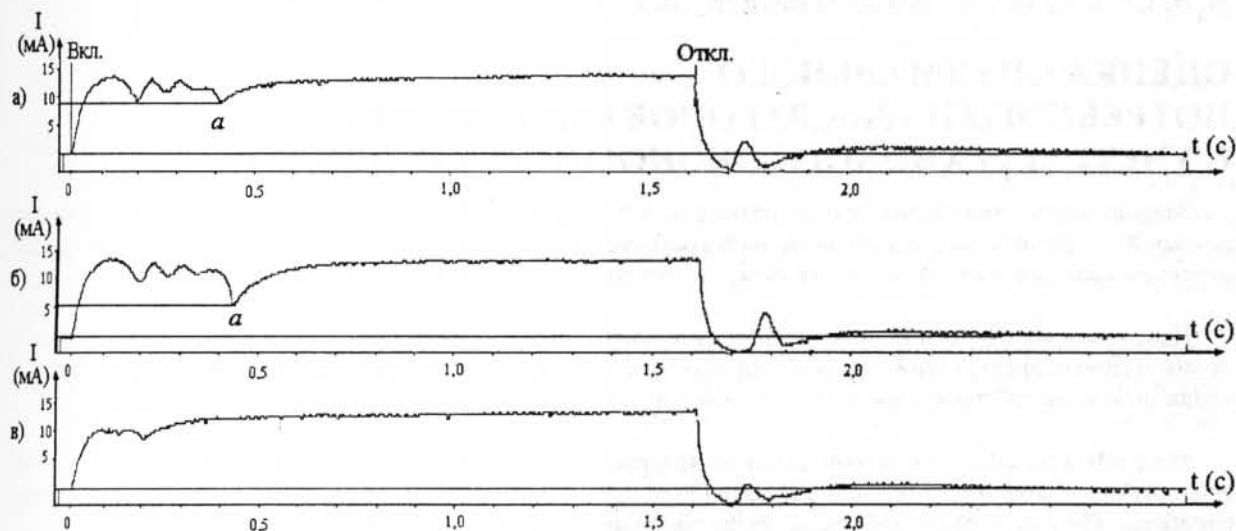


Рис. 5. Динамические характеристики изменения величины тока в обмотке: а) для исправного реле, б) при износе антимагнитного штифта и в) когда якорь зажат ограничительной скобой

Результаты исследований сохраняются в цифровом виде и могут использоваться для аналитического определения механических параметров электромагнитных реле.

Многоканальный цифровой метод диагностики реле предоставляет возможность определять такие механические параметры реле как: высоту антимагнитного штифта, физический зазор (общий ход) якоря, скольжение (совместный ход) общих групп контактов, свободный перелет якоря - не вскрывая защитного кожуха, что дает значительную экономию трудозатрат при проведении регламентных работ. Кроме того, реализуются условия для оптимизации межремонтного периода, тестового контроля каждого прибора и снижается зависимость качества проводимых работ от квалификации специалиста. Данный метод позволяет контролировать явление «дребезга» контактов, что имеет существенное значение в вопросах электромагнитной совместимости аппаратуры.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Разгонов А. П. Стенд для автоматизированной проверки параметров реле // Автоматика, телемеханика и связь. – 1991. – № 2. – С. 52–55.

2. Разгонов А. П. Выбор допусков // Автоматика, телемеханика и связь. – 1988. – № 6. – С. 43.

3. Андреевских А. В. Оптимизация контроля механических параметров электромагнитных реле // Автоматика, телемеханика и связь. – 2003. – № 1. – С. 51–52.

4. Андреевских А. В. Согласование механической и тяговой характеристик нейтрального реле с произвольным контактным набором // Сборник научных трудов КИИТ. – К.: КИИТ – 2003. – № 1. – С. 35.

5. Разгонов А. П. Контроль механических параметров электромагнитных реле / А. П. Разгонов, А. В. Андреевских, Б. М. Бондаренко, Д. А. Безрукавий. // Донецкий ин-т заліз. трансп. Української держ. акад. заліз. трансп.: Зб. наук. пр. – Вип. 4. – Донецьк: ДонІЗТ. – 2005. – С. 4–47.

6. Патент України на винахід 70568. Пристрій для вимірювання переміщення якоря електромагнітного реле / А. П. Разгонов, О. В. Андреевских, Б. М. Бондаренко; – 2007, Бюл. № 5.

7. Деклараційний патент на корисну модель 7850. Пристрій для вимірювання механічних параметрів електромагнітного реле / А. П. Разгонов, О. В. Андреевских, Б. М. Бондаренко, Д. А. Безрукавий – 2005, Бюл. № 4.

8. Деклараційний патент на корисну модель 11888. Спосіб визначення механічних параметрів електромагнітного реле / А. П. Разгонов, О. В. Андреевских, Б. М. Бондаренко, Д. А. Безрукавий – 2006, Бюл. № 5.

Поступила в редколлегия 25.06.07