

**ИНФОРМАТИКА**

УДК 004.33

**РЕЗУЛЬТАТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СТРУКТУРУ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ МАГНИТНОГО НОСИТЕЛЯ ИНФОРМАЦИИ**

В.А. КОНДРАТЁНОК, О.В. ЧУРКО

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь**Поступила в редакцию 6 февраля 2009*

Рассматриваются вопросы уничтожения физическими методами цифровой информации, хранящейся на магнитных носителях. Приведены результаты расчетов и эксперимента по воздействию магнитного поля на структуру рабочей поверхности магнитного носителя информации.

*Ключевые слова:* безопасность информации, уничтожение информации, магнитный носитель информации.

**Введение**

Из всего широкого перечня существующих носителей информации магнитные носители (МНИ) обладают наилучшими характеристиками по своей дешевизне, надежности и скорости доступа к хранящейся информации. В то же время постепенный переход к электронному документообороту и увеличение объемов хранящейся и обрабатываемой информации обостряют проблему обеспечения ее защиты. Одной из решаемых задач является обеспечение доступа к ней только тех лиц, которым он разрешен. При этом может применяться кодирование или шифрование информации, а также ее уничтожение в случае попытки получения несанкционированного доступа. Как показано в [1], методы уничтожения информации (УИ), хранящейся на МНИ, делятся на программные, механические и физические.

Программные методы УИ реализуются ее перезаписью посредством штатных средств записи и используются в тех случаях, когда необходимо обеспечить возможность дальнейшего использования МНИ после проведения данной процедуры. При всех своих достоинствах методы данной группы не обеспечивают гарантированность УИ.

Механические методы реализуют механическое повреждение МНИ, что в большинстве случаев обеспечивает гарантированное УИ. Возможность повторного использования МНИ при этом отсутствует.

Физические методы используют перестройку структуры магнитной рабочей поверхности носителя, к примеру, путем воздействия на рабочую поверхность МНИ постоянным или переменным магнитным полем [1, 2].

Обеспечение малого времени и гарантированности УИ при использовании физических методов обусловили интерес к ним авторов статьи, проведение расчетов и эксперимента по воздействию магнитного поля на структуру рабочей поверхности МНИ, результаты которых приведены ниже.

## Общие сведения об изменении структуры магнитной рабочей поверхности МНИ

В основе реализации физических методов УИ лежит возможность изменения магнитной структуры магниточувствительного рабочего слоя (свойства ферромагнетиков описаны в [2]), нанесенного на поверхность диска (алюминиевого, стеклянного или керамического). При этом следует отметить, что для подтверждения гарантированности уничтожения информации могут применяться только методы визуализации магнитных полей. Это может быть метод Битера [4], метод магнитно-силовой микроскопии [5, 6] и т.д.

В работах [7–9] приводятся типовые схемы устройства, реализующего УИ, в которые модуль накопления заряда, модуль управления и камера УИ.

В модуле накопления заряда происходит накопление необходимого для стирания информации заряда, после чего изделие становится готовым к УИ, находясь в этом состоянии достаточно долго (в зависимости от величины тока саморазряда и других факторов).

Модуль управления, как следует из названия, предназначен для управления работой изделия в целом (получение и обработка команд, выдача сигнала на УИ и др.).

Параметры же камеры УИ выбираются так, чтобы МНИ полностью попадал под воздействие импульса магнитного поля.

Для проверки физической реализуемости возможности УИ на магнитном носителе при помощи магнитного импульса был спланирован и проведен натурный эксперимент при помощи разработанного макета устройства уничтожения информации, в состав которого входили следующие блоки: исполнительное устройство; накопитель энергии; преобразователь напряжения; электронный ключ с кнопкой подачи команды на уничтожение информации.

Ниже приведены результаты расчетов исполнительного устройства и накопителя энергии.

### Исполнительное устройство. Расчет соленоида

В качестве исполнительного устройства использован соленоид, который должен обеспечить напряженность магнитного поля  $5 \times 10^5$  А/м, что, как следует из анализа характеристик аналогичных устройств, достаточно для разрушения доменной структуры МНИ.

Напряженность магнитного поля, создаваемого соленоидом в произвольной точке пространства  $M$ , находящейся на его оси  $Z$ , как показано на рис. 1, определяется следующим соотношением [3]:

$$H = 0,5 n I_0 (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1) , \quad (1)$$

где  $n = N/l$  — количество витков соленоида на единицу длины  $l$ ;  $I_0$  — ток в одном витке;  $l$  — длина соленоида;  $N$  — общее количество витков.

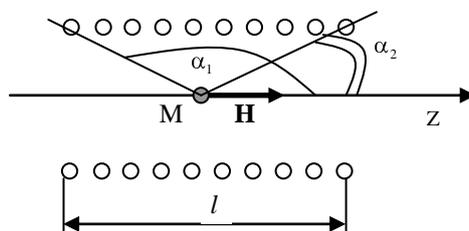


Рис. 1. Соленоид

С учетом предполагаемого размещения МНИ практически на срезе соленоида, а также большого радиуса витков по сравнению с расстоянием от соленоида до МНИ для проведения расчетов можно допустить  $\alpha_1 \approx 80^\circ$ ,  $\alpha_2 \approx 45^\circ$ , как показано на рис. 2.

Для наихудшего варианта ( $\alpha_1 \approx 80^\circ$ ,  $\alpha_2 \approx 60^\circ$ ) разность косинусов в выражении (1) составит 0,32. Тогда

$$H = 0,533 N I_0 / 2l . \quad (2)$$

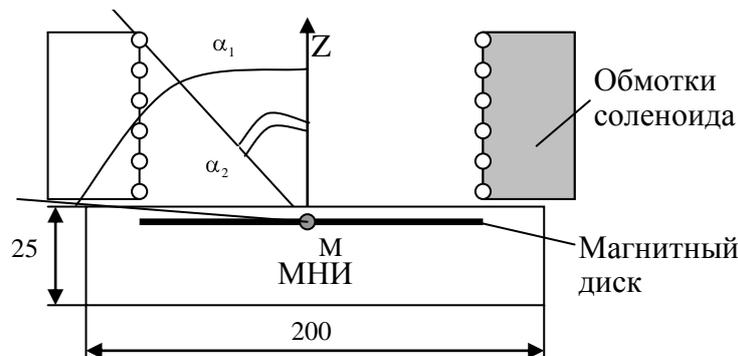


Рис. 2. Взаимное расположение МНИ и исполнительного устройства

Задав ориентировочно длину намотки (исходя из приемлемой высоты исполнительного устройства)  $l = 0,03\text{ м}$  и количество витков  $N=100$ , получаем  $H = 5 \cdot 10^5 \text{ А/м} = 890 I_0$ , а значит  $I_0 \approx 560 \text{ А}$ .

Таким образом, при принятых параметрах соленоида для обеспечения заданной напряженности магнитного поля потребуется создать протекающий через обмотку соленоида импульс тока величиной более 500 А.

Оптимизируя в процессе разработки исполнительного устройства его конструкцию (изменяя длину намотки, используя дополнительный соленоид снизу МНИ, используя сердечники т.д.), необходимое значение импульса тока можно уменьшать.

При требуемых силах тока в сотни ампер при существующей технологии возможных в данной конструкции автономного источника электропитания не приходится рассчитывать на мгновенно отдаваемую энергию. Поэтому, потребуется накопитель энергии с преобразователем, обеспечивающим требуемый заряд накопителя от маломощного автономного источника электропитания.

### Расчет параметров накопителя энергии

Накопитель энергии (НЭ) может быть выполнен на основе реактивных элементов. Обычно такими НЭ, согласно [10], являются емкостные накопители (конденсаторы) или искусственные линии (цепочечного типа или с последовательным соединением параллельных контуров, как показано на рис. 3).

Если в качестве НЭ использовать искусственную линию того или иного типа, то при работе его на линейную нагрузку может быть обеспечена достаточно прямоугольная форма импульса. С учетом не критичности формы импульса тока через соленоид (в отличие от его амплитуды), сравнительной сложности искусственной линии и необходимости их согласования с сопротивлением нагрузки целесообразно в качестве накопителя использовать конденсатор. В этом случае эквивалентная схема цепи разряда накопительного конденсатора емкостью  $C$ , заряженной от автономного источника электропитания через преобразователь до напряжения  $U_0$ , через индуктивность соленоида может быть представлена как показано на рис. 4.

Здесь разрядная цепь представляет собой параллельный колебательный контур с индуктивностью  $L$  соленоида и его сопротивлением потерь  $R$ .

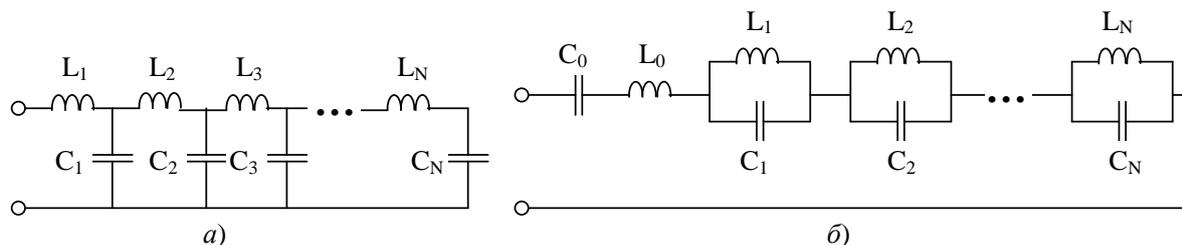


Рис. 3. Искусственные линии (а) цепочечного типа; б) с последовательным соединением параллельных контуров

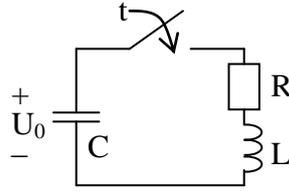


Рис. 4. Эквивалентная схема цепи разряда накопительного конденсатора

Дифференциальное уравнение разрядной цепи [11] относительно искомого разрядного тока  $i(t)$  имеет вид:

$$\frac{d^2 i}{dt^2} + 2\alpha \frac{di}{dt} + \omega_0^2 i = 0, \quad (3)$$

где  $\alpha = R/2L$  — коэффициент затухания контура;  $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$  — резонансная частота контура без потерь.

Характеристическое уравнение цепи разряда

$$\gamma^2 + 2\alpha\gamma + \omega_0^2 = 0 \quad (4)$$

имеет комплексно-сопряженные корни

$$\gamma_{1,2} = -\alpha \pm j\sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2} = -\alpha \pm j\omega_c. \quad (5)$$

В случае, если потери в контуре малы, то  $\omega_0 \gg \alpha$  и  $\omega_c \approx \omega_0$ .

Общее решение уравнения (3) может быть представлено в следующем виде:

$$i(t) = C_1 e^{\gamma_1 t} + C_2 e^{\gamma_2 t}. \quad (6)$$

Коэффициенты  $C_1$  и  $C_2$  могут быть найдены с учетом следующих начальных нулевых условий:

Первое условие обусловлено наличием в разрядной цепи индуктивности соленоида, поэтому в начальный момент времени разрядный ток  $i(0) = 0$ .

Второе начальное условие может быть определено исходя из уравнивания в начальный момент времени напряжения на конденсаторе  $U_0$  и ЭДС самоиндукции соленоида

$$U_0 + L \left. \frac{di}{dt} \right|_{t=0} = 0. \quad (7)$$

На основании чего второе начальное условие принимает следующий вид:

$$\left. \frac{di}{dt} \right|_{t=0} = -\frac{U_0}{L}. \quad (8)$$

В этом случае  $C_1$  и  $C_2$  удовлетворяют следующей системе уравнений:

$$\begin{cases} C_1 + C_2 = 0 \\ \gamma_1 C_1 + \gamma_2 C_2 = -U_0/L \end{cases}$$

следовательно,

$$C_1 = -U_0 / j2\omega_c L, \text{ а } C_2 = U_0 / j2\omega_c L.$$

С учетом  $C_1$  и  $C_2$  выражение (6) принимает вид:

$$i(t) = -\frac{U_0}{\omega_c L} \exp(-\alpha t) \sin \omega_c t. \quad (9)$$

С учетом того, что  $\omega_c \approx \omega_0$ , получим

$$i(t) = -\frac{U_0 \sqrt{LC}}{L} \exp\left(-\frac{R}{2L} t\right) \sin \frac{t}{\sqrt{LC}}. \quad (10)$$

Форма разрядного тока, имеющая вид затухающего колебания, представлена на рис. 5.

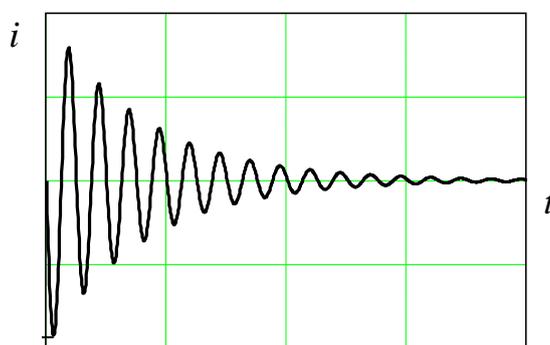


Рис. 5. Форма разрядного тока

Очевидно, что для нарушения порядка расположения доменов на магнитном носителе достаточным будет один полупериод тока соленоида требуемой величины. Поэтому достаточно определить амплитуду тока в одном полупериоде, т.е. при  $t = T_{\text{вч}}/4$ , где  $T_{\text{вч}} = 2\pi/\omega_0$  — период собственных колебаний контура цепи разряда.

Выражение (6) принимает в этом случае следующий вид:

$$i\left(\frac{T_{\text{вч}}}{4}\right) = -\frac{U_0 \sqrt{LC}}{L} \exp\left(-\frac{R\pi\sqrt{LC}}{4L} t\right). \quad (11)$$

Предварительно проведенный расчет показал, что основные элементы должны иметь следующие ориентировочные характеристики:

– НЭ (неполярный конденсатор) — емкость  $C = 200 - 300$  мкФ с рабочим напряжением не менее 1000 В;

– электронный ключ (тиристор или семистор с оптоэлектронным управлением) с обратным напряжением 1000–1500 В и максимальным током не менее 800–1000 А.

#### 4. Описание эксперимента

Фотография изготовленного макета представлена на рис. 6.

Преобразователь напряжения выполнен по схеме с умножением напряжения с питанием от сети 220 в 50 Гц и обеспечивает заряд НЭ до требуемого значения напряжения.

В качестве НЭ используется конденсатор большой емкости, обеспечивающий возможность быстрой отдачи большого количества энергии в момент работы исполнительного устройства.

Электронный ключ на основе симметричного тиристора обеспечивает подключение НЭ к исполнительному устройству по сигналу с кнопки подачи команды на УИ.

Исполнительное устройство в виде соленоида обеспечивает формирование импульса магнитного поля требуемой напряженности для УИ на магнитном носителе.

В ходе эксперимента использовались два вида МНИ — дискета 3,5 дюйма и стандартный винчестер типа Caviar 2850 компании Western Digital.

Перед проведением эксперимента МНИ были установлены в ПК, отформатированы, проверены на отсутствие ошибок и на них была записана контрольная информация.



Рис. 6. Макет блока уничтожения информации

В ходе эксперимента каждый МНИ был установлен на исполнительное устройство макета. От сети 220 В 50 Гц был осуществлен заряд НЭ до необходимого напряжения (в данном исполнении время заряда составляло около 2 мин). Затем при помощи нажатия на кнопку подачи команды на УИ осуществлялось подключение НЭ к исполнительного устройства при помощи электронного ключа. При этом формирование магнитного импульса сопровождалось характерным щелчком и перемещением магнитного носителя относительно исходного положения на исполнительном устройстве (за счет наведенного в магнитном носителе тока и его взаимодействия с магнитным полем исполнительного устройства).

После эксперимента магнитные носители были установлены в ПК с целью проверки результатов эксперимента. Попытки обнаружить контрольную информацию на магнитных носителях не привели к положительным результатам по следующим причинам:

- в случае попыток обнаружить контрольную информацию на дискете 3,5 дюйма — в связи с невозможностью прочитать данную информацию и выдачей сообщения о том, что дискета не отформатирована (после выполнения процедуры форматирования работоспособность дискеты была восстановлена);

- в случае попыток обнаружить контрольную информацию на МНИ Caviar 2850 — в связи с невозможностью обнаружить ПК данный МНИ.

### Заключение

Результаты проведенного эксперимента позволяют сделать следующие выводы.

1. В результате воздействия на магнитные носители импульса магнитного поля, создаваемого разработанным и изготовленным макетом блока уничтожения информации МНИ утрачивали работоспособность. Причинами выхода из строя магнитных носителей могут являться:

- выход из строя электронных компонентов, обеспечивающих работоспособность магнитного носителя типа Caviar 2850;
- перемагничивание магнитного слоя МНИ и соответствующая потеря контрольной и служебной информации, находящейся на тестируемых МНИ.

2. Результаты экспериментальных исследований правильность проведенных расчетов подтверждена.

3. Существенным недостатком изготовленного макета является наличие тока утечки (единицы мА) через закрытый электронный ключ (симистор), что приводит к увеличению времени накопления энергии, снижению максимального напряжения на накопителе энергии и соответствующему снижению амплитуды напряженности магнитного поля формируемого импульса, а также увеличению потребления энергии в случае использования от автономного источника электропитания.

4. Направления дальнейших исследований:

– необходимо оптимизировать соотношение параметров элементов блока уничтожения информации с целью увеличения напряженности магнитного поля формируемого импульса и снижения массогабаритных характеристик устройства в целом;

– следует уточнить требования к параметрам электронного ключа, осуществить его оптимальный выбор и испытания;

– требуется уточнить метод визуализации магнитного поля, методику его применения для проверки гарантированности уничтожения информации на МНИ на физическом уровне и обеспечить возможность оперативного использования выбранного метода.

Авторы статьи выражают искреннюю благодарность И.В. Макарову (Военная академия Республики Беларусь) и А.И. Стогней (ГНПО "НПЦ НАН Беларуси по материаловедению) за огромную помощь в планировании и проведении эксперимента, а также в анализе его результатов.

## **RESULTS OF MAGNETIC FIELD INFLUENCE ON MAGNETIC CARRIES OF INFORMATION WORK SURFACE**

V.A. KONDRATYONOK, O.V. CHURCO

### **Abstract**

The materials of this article are devoted to questions of destroy of information on magnetic carries. In the article the results of calculation and test are considered.

### **Литература**

1. Информационная безопасность офиса. Научно-практический сборник. Вып. 1. Технические средства защиты информации. К., 2003.
2. *Тикадзуми С.* Физика ферромагнетизма. Магнитные характеристики и практические применения: Пер. с японского. М., 1987.
3. Справочник по теоретическим основам радиоэлектроники / Под общ. ред. Б.Х. Кривицкого, В.Н. Дулина. В 2-х томах. Т. 1. М., 1977.
4. *Деминов А.А.* Сравнительный анализ способов восстановления данных на энергонезависимых носителях информации. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.ci.ru>.
5. *Тишин А. М., Яминский И. В.* // Успехи химии. 1999. № 68 (3).
6. *Мионов В. Л.* Основы сканирующей зондовой микроскопии. Н. Новгород, 2004.
7. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.zaoanna.ru>.
8. *Болдырев А.И., Сталенков С.Е.* // Защита информации – Конфидент. № 1. 2001.
9. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.nero.ru>.
10. *Гейхман М.З., Ельчанинов А.М., Шаров Д.А.* Радиопередающие устройства РЭС. Ч. 2. Минск, 1986.
11. *Баскаков С.И.* Радиотехнические цепи и сигналы: Учебное пособие для вузов по специальности "Радиотехника". М., 1988.