

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ УСТРОЙСТВА УНИЧТОЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ НА ЦИФРОВЫХ НАКОПИТЕЛЯХ

Розроблено комплекс високоефективних автономних імпульсних електромеханічних та електромагнітних пристроїв знешкодження інформації на цифрових носіях. Зазначені пристрої при обмежених масогабаритних показниках збуджують потужні механічні та магнітні імпульси. Розглянуті електромеханічні пристрої індукційно-динамічного типу, з акумулюванням механічної енергії та пристрої комбінованої дії, що використовують індукційно-динамічні, електродинамічні та електромагнітні сили. Запропоновані конструкції пристроїв, що призначені для знешкодження інформації на USB флеш-накопичувачах та твердотільних SSD накопичувачах. Запропонована конструкція імпульсного магнітно-механічного пристрою, в якому знешкодження інформації здійснюється механічним та магнітним імпульсами одночасно. Бібл. 22, табл. 1, рис. 21.

Ключові слова: імпульсні електромеханічні і електромагнітні пристрої, знищення інформації на цифрових накопичувачах, конструкції пристроїв, механічні та магнітні імпульси.

Разработан комплекс высокоэффективных автономных импульсных электромеханических и электромагнитных устройств уничтожения информации на цифровых накопителях. Указанные устройства при ограниченных массогабаритных показателях возбуждают мощные механические или магнитные импульсы. Рассмотрены электромеханические устройства индукционно-динамического типа, с аккумулярованием механической энергии и устройства комбинированного действия, использующие индукционно-динамические, электродинамические и электромагнитные силы. Предложены конструкции устройств, предназначенных для уничтожения информации на USB флеш-накопителях и твердотельных SSD накопителях. Предложена конструкция импульсного магнитно-механического устройства, в котором уничтожение информации осуществляется механическим и магнитным импульсами одновременно. Библ. 22, табл. 1, рис. 21.

Ключевые слова: импульсные электромеханические и электромагнитные устройства, уничтожение информации на цифровых накопителях, конструкции устройств, механические и магнитные импульсы.

Введение. В настоящее время на цифровых накопителях хранятся значительные объемы информации, имеющие большую важность, конфиденциальность и коммерческую ценность. К цифровым накопителям предъявляются высокие требования по защите хранящейся информации при несанкционированном доступе. В качестве цифровых накопителей информации (ЦНИ) используются накопители на жестких магнитных дисках (НЖМД), USB-Flash накопители, SSD накопители, оптические диски, карты памяти SD, CF и др. Надо иметь ввиду, что в мире ежегодно производят около 5 млрд Гбайт оригинальной информации, около 80 % которой хранится и передается при непосредственном участии накопителей, использующих принципы магнитной записи [1, 2].

Наиболее эффективным путем сохранения важной информации при несанкционированном доступе или при необходимости гарантированного ее уничтожения рассматриваются методы, при которых разрушается или необратимо повреждается ЦНИ, расположенный внутри или вне компьютера [3].

Решение на уничтожение информации ЦНИ принимает либо оператор, либо автоматика, которая должна обеспечивать высокую скорость, надежность, безопасность, автономность и т.п. [4]. Наибольшее распространение получили следующие способы уничтожения информации на ЦНИ [5, 6]:

Механический способ, при котором ЦНИ механически разрушается так, чтобы исключить возможность прочтения информации каким-либо способом. Данный способ можно реализовать путем измельчения ЦНИ шредером, нарушения герметичности камеры,

поскольку вскрытие корпуса гермокамеры приводит к загрязнению пластин и выводу НЖМД через несколько часов из строя, путем сверления ЦНИ, воздействием ударной нагрузки, например при помощи молота и др.

Магнитный способ, при котором осуществляется либо размагничивание НЖМД медленно затухающим магнитным полем, либо его намагничивание сильным магнитным полем. Наибольшее распространение получили импульсные установки, которые создают сильные магнитные поля кратковременного воздействия.

Термический способ, при котором осуществляется нагрев ЦНИ до температуры плавления. Гарантия уничтожения информации наступает при разогреве накопителя до температуры 800-1000 °С. Так при нагревании ферромагнетика до температуры, превышающей точку Кюри, материал становится парамагнетиком. Ферромагнитный материал рабочего слоя НЖМД теряет свою остаточную намагниченность, и все следы записанной информации уничтожаются.

Пиротехнический способ, при котором разрушение ЦНИ осуществляется при помощи взрыва.

Металлотермический способ, при котором уничтожение основы НЖМД, на который непосредственно нанесено магнитное покрытие, осуществляется высокой температурой самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. Для этого на основу наносится специальный слой термитного покрытия.

Химический способ, при котором разрушение рабочего слоя или основы НЖМД осуществляется путем применения химически агрессивных сред.

Такой цикл повторяется до проникновения бойка в ЦНИ на глубину, задаваемую датчиком положения ДП, после чего коммутатор **К** прекращает процесс [9].

На рис. 2 показаны ЭУЗИ индукционно-динамического типа моноблочного и двухблочного исполнения. В двухблочном исполнении имеется силовой и электронный блоки, которые соединены между собой гибкими проводами. В этих ЭУЗИ имеется круглый якорь, наружный диаметр которого совпадает с диаметром обмотки индуктора. С якорем соединена силовая пластина.



а



б

Рис. 2. Общий вид ЭУЗИ моноблочного исполнения с НЖМД (а) и двухблочного исполнения (б), с силовым (на переднем плане) и электронным (на заднем плане) блоками

Указанные ЭУЗИ имеют следующие параметры **обмотки индуктора**: внешний диаметр $D_{ex1} = 100$ мм, внутренний диаметр $D_{in1} = 10$ мм, высота $H_1 = 10$ мм, количество витков $N_1 = 46$ шт, сечение шины $a \times b = 1,8 \times 4,8$ мм²; **медного якоря**: внешний диаметр $D_{ex2} = 100$ мм, внутренний диаметр $D_{in2} = 6$ мм, высота $H_2 = 3$ мм; **ЕНЭ**: емкость $C = 2850$ мкФ, зарядное напряжение $U_0 = 400$ В.

Математическая модель импульсного индукционно-динамического преобразователя, описывающая комплекс взаимосвязанных электромагнитных, механических и тепловых процессов, представлена в работах [10-12].

На рис. 3 показаны временные характеристики ЭУЗИ: плотность тока в индукторе j_1 , усредненная по сечению плотность тока в якоре j_2 , величина f_z и импульс $F_z = \int f_z dt$ СЭД, действующие на якорь в аксиальном направлении.

Разрядный ток в индукторе, индуцированный ток в якоре и СЭД имеют характер полярных импульсов. В результате сохранения полярности величины СЭД f_z происходит увеличение аксиального импульса СЭД F_z в начале рабочего процесса с последующим насыщением к его окончанию.

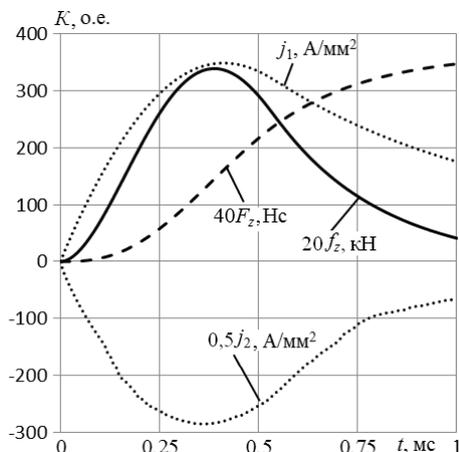


Рис. 3. Временные характеристики ЭУЗИ индукционно-динамического типа

В каждый момент времени наблюдается пространственная неравномерность электромеханических процессов. На рис. 4 показано 2D распределение магнитной индукции в активных элементах ЭУЗИ в момент максимума СЭД (0,37 мс). В последующем все распределения параметров будем рассматривать при максимуме СЭД, действующих на якорь. Можно отметить существенную неравномерность распределения индукции магнитного поля, как в радиальном, так и в аксиальном направлениях в активных элементах ЭУЗИ. Наибольшая индукция возникает в центральной области индуктора и в зоне между индуктором и якорем, а наименьшая – внутри индуктора.

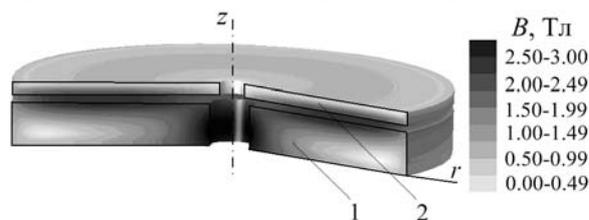
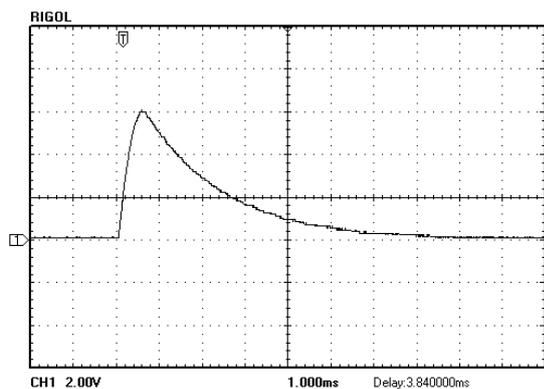
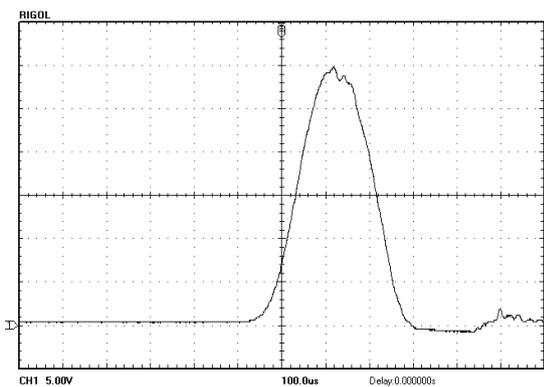


Рис. 4. Распределение индукции магнитного поля в индукторе 1 и якоре 2 ЭУЗИ

Были проведены экспериментальные исследования ЭУЗИ, при которых с помощью электронного осциллографа RIGOL измерялись ток в индукторе и динамическое давление на НЖМД. Для измерения динамического давления использовался датчик M101A06 фирмы PCB, который снабжен встроенным усилителем, имеет динамический диапазон 0,68-3450 кПа, чувствительность 1,45 мВ/кПа и выдерживает максимальное давление 34,5 МПа. На рис. 5,а показан измеренный ток в индукторе при отсутствии начального зазора между бойком и НЖМД, который удовлетворительно совпадает с рассчитанным током (см. рис. 3). На рис. 5,б показано измеренное значение динамического давления, которое удовлетворительно совпадает с рассчитанным.



a



б

Рис. 5. Измеренные ток в индукторе (*a*) и динамическое давление (*б*) ЭУЗИ индукционно-динамического типа

В процессе испытаний установлено, что пробой стандартного НЖМД происходит после 1 удара, на что необходимо 3 с после подачи запускающего импульса. В случае использования НЖМД с особо прочным корпусом ЭУЗИ возбуждает серию последовательных силовых импульсов для проникновения бойка на заданную глубину. Отметим, что после воздействия трех импульсов пробивался НЖМД с самым прочным корпусом.

На рис. 6 показан общий вид НЖМД со снятой крышкой после срабатывания ЭУЗИ.



Рис. 6. Общий вид НЖМД со снятой крышкой после срабатывания ЭУЗИ

Предлагаемая технология защиты информации защищена патентами [5, 10] и характеризуется высокой эффективностью. При этом отмечаются следующие повреждения НЖМД: сквозные отверстия во всех пластинах с магнитным слоем, деформация блока головок, нарушение геометрии пластин (видно по

отражению света на пластинах) и микротрещины магнитного слоя в районе удара. По заключению специалистов по восстановлению НЖМД компании Ontrack Data Recovery, которые гарантируют среднюю эффективность восстановления данных НЖМД на уровне 75 %, в том числе после воздействия внешнего магнитного поля, на данный момент не существует технологии, с помощью которой можно было бы восстановить информацию, когда в пластинах НЖМД есть дырка [13].

Как показывает анализ, прямоугольный якорь имеет ряд конструктивных преимуществ по сравнению с круглым при использовании в ЭУЗИ [14]. На рис. 7 показаны якоря круглой и прямоугольной формы. Медные якоря со стальными силовыми пластинами соединены при помощи четырех крепежных элементов, расположенных симметрично в круглом якоре и в углах прямоугольного якоря.



a

б

Рис. 7. Образцы якоря круглой (*a*) и прямоугольной (*б*) формы

Крепежные отверстия в якоре могут влиять на характер индуцированного тока. Было установлено месторасположение указанных отверстий, при которых происходит минимальное ухудшение СЭД в ЭУЗИ. На рис. 8 показано распределение плотности индуцированного тока в круглом ($D_{ex2} = 100$ мм) и в прямоугольном ($B = 100$ мм, $A = 120$ мм) якорях.

В круглом якоре отверстия расположены вблизи центральной оси и они мало влияют на эффективность ЭУЗИ. Перераспределение плотности тока наблюдается непосредственно в области крепежных отверстий. В прямоугольном якоре распределение плотности тока практически симметрично относительно центральной оси, а основные отличия возникают на краях. На участках якоря, расположенных вне индуктора (в углах и концах длинной стороны) плотности индуцированного тока минимальны, что показывает целесообразность расположения здесь крепежных отверстий.

На рис. 9, *a* показан усовершенствованный ЭУЗИ многоблочного исполнения, включающий два силовых и один электронный блок со снятыми защитными крышками. Как видно, основной объем электронного блока составляет батарея электролитических конденсаторов. Сверху силового блока установлены оптические датчики положения концевой части бойка.

Силовые блоки выполняются или с фиксируемым или подвижным НЖМД, что обусловлено требованиями монтажа и диагностики (рис. 9, *б, в*). В этих силовых блоках якорь выполнен в форме прямоуголь-

ника, силовая пластина выполнена в элементах жесткости, а возвратные пружины соединены с тягами, которые установлены перекрестно друг с другом.

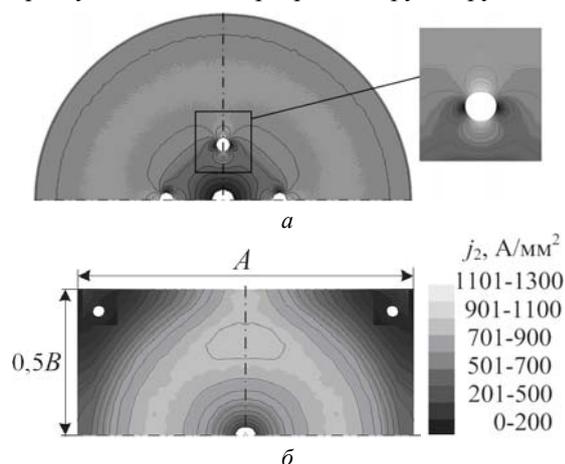


Рис. 8. Распределение плотности тока в круглом (а) и прямоугольном (б) якорях

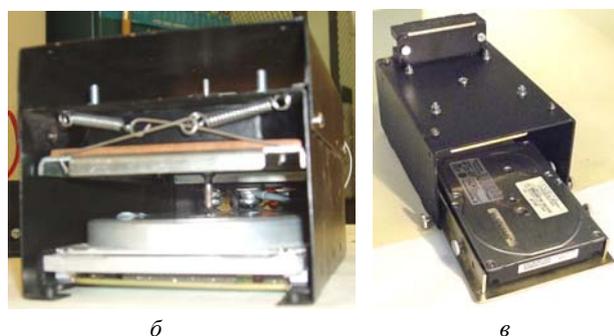
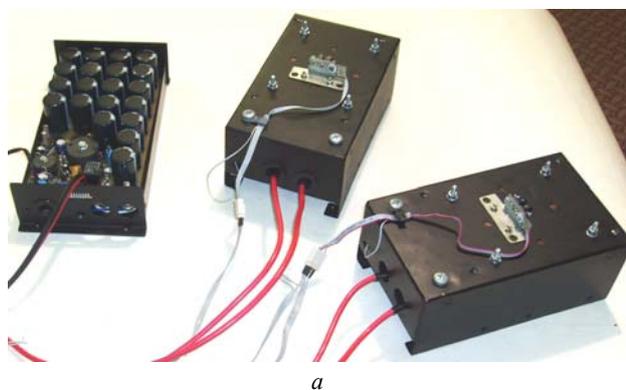


Рис. 9. Общий вид ЭУЗИ многоблочного исполнения (а), силовой блок с фиксируемым (б) и подвижным (в) НЖМД

В табл. 1 представлены основные массогабаритные и электромеханические параметры ЭУЗИ двухблочного исполнения.

ЭУЗИ с аккумулятированием механической энергии. Одним из недостатков ЭУЗИ индукционно-динамического типа является относительно невысокая эффективность, связанная с перемещением якоря до момента возникновения максимальной СЭД. Указанную проблему решает ЭУЗИ с аккумулятированием механической энергии, в котором якорь на начальном рабочем участке удерживается внешним электромагнитом [15]. Индуктор 1, охваченный ферромагнитным экраном, взаимодействует с электропроводящим якорем 3, который перемещает силовой диск 4 с бойком 5 (рис. 10). С силовым диском связан направляющий

ферромагнитный штырь 6, который взаимодействует с электромагнитом 7. Между якорем 3 и диском 4 установлена пружина 8.

Таблица 1

Параметры ЭУЗИ двухблочного исполнения	
Диаметр бойка	5 мм
Длина рабочего хода бойка	15 мм
Напряжение питания,	12 В
Потребляемая мощность при зарядке аккумулятора	200 Вт
Габаритные размеры:	
• силового блока	185×112×100 мм
• электронного блока	225×119×54 мм
Масса:	
• силового блока	2,2 кг
• электронного блока	1,4 кг
Режим работы	повторно-кратковременный
Мощность в импульсе	10 кВт
Энергия удара	30 Дж
Величина импульса тока индуктора	2,4 кА
Максимальная скорость якоря	13,6 м/с
Продолжительность включения	0,5 %

Работой ЭУЗИ управляет блок питания БУ. В исходном положении электромагнит 7 питается от преобразователя ПР, удерживая ферромагнитный штырь 6 вместе с силовым диском 4. Вследствие этого при возбуждении индуктора 1 от заряженного ЕНЭ С под действием СЭД происходит незначительное перемещение якоря 3, при котором пружина 8 сжимается. После чего электромагнит при помощи блока управления БУ отключают от источника питания. Силовой диск 4 вместе с бойком под действием СЭД и силы сжатия пружины приобретает дополнительную кинетическую энергию в направлении оси z.

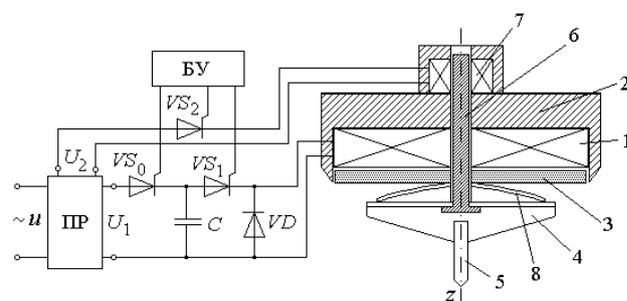


Рис. 10. ЭУЗИ с аккумулятированием механической энергии

ЭУЗИ комбинированного действия. Одним из направлений повышения эффективности ЭУЗИ является организация совместного действия СЭД отталкивания на электропроводящий якорь и электромагнитных сил притяжения на ферромагнитный якорь, которые направлены в сторону ЦНИ.

На рис. 11 представлен ЭУЗИ индукционно-электромагнитного типа, у которого оба якоря соединены между собой. Роль ферромагнитного якоря выполняет боек [16].

ЭУЗИ включает индуктор 1, электропроводящий якорь 2, выполненный в форме диска с внутренней обечайкой, и ферромагнитный боек 3 который соединен с якорем 2 (рис. 11). ЦНИ 4 размещается в ферромагнитном корпусе 5, который содержит стенки 6 и

выемку 7 для ЦНИ 4. При возбуждении индуктора 1 на расширенную часть бойка 3 действуют электромагнитные силы, а на якорь 2 – СЭД, которые направлены в одну сторону. Под действием этих сил боек 3 заостренным концом 8 пробивает ЦНИ 4.

На рис. 11,б,в показаны элементы и общий вид этого ЭУЗИ, который был испытан и подтвердил основные теоретические положения.

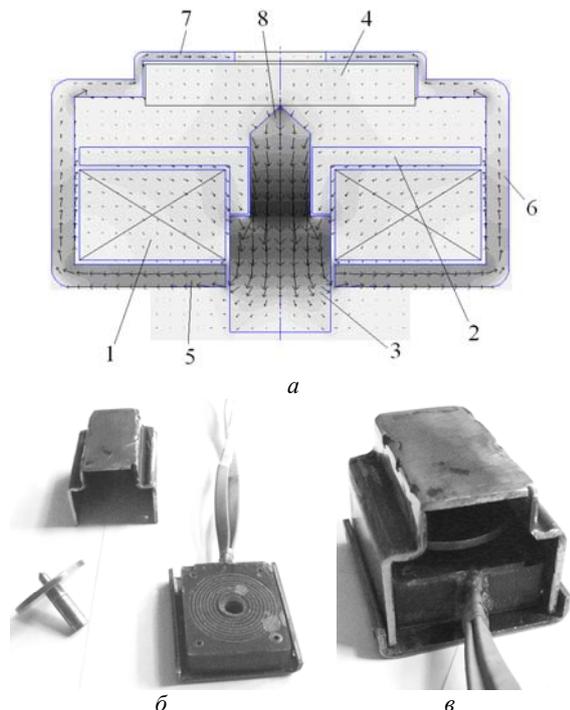


Рис. 11. Конструктивная схема с распределением магнитного поля (а), элементы (б) и общий вид (в) ЭУЗИ индукционно-электромагнитного типа

Поскольку скорость нарастания электромагнитных и электродинамических сил различна, то перспективным направлением совершенствования ЭУЗИ является разделение электропроводящего и ферромагнитного якорей при использовании механического аккумулирования энергии (рис. 12) [17]. В этом устройстве индуктор 1 взаимодействует с электропроводящим 2 и ферромагнитным 3 якорями. Якорь 2 соединен с силовым диском 4, который в исходном положении удерживается упругими фиксаторами 5. Между якорем 3 и диском 4 установлена силовая пружина 6, а между диском 4 и корпусом 7 установлена возвратная пружина 8, охватывающая боек 9. К якорю 3 присоединены направляющие штыри 10, которые воздействуют на фиксаторы 5.

При возбуждении индуктора 1 на электропроводящий якорь 2 действуют СЭД отталкивания. Однако этот якорь удерживается в состоянии максимальной магнитной связи с индуктором упругими фиксаторами 5. На ферромагнитный якорь 3, обладающий большей инерционностью, со стороны индуктора 1 действует электромагнитная сила притяжения. При перемещении якоря 3 силовая пружина 6 сжимается. После воздействия направляющих штырей 10 упругие фиксаторы 5 отпускают якорь 2 с силовым диском 4. При этом силовая пружина 6 обеспечивает увеличение кинетической энергии бойка 9.

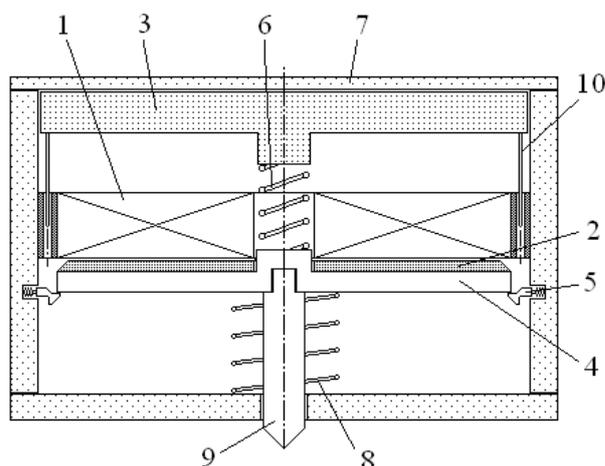


Рис. 12. ЭУЗИ индукционно-электромагнитного типа с ферромагнитным и электропроводящим якорями

Одним из путей увеличения механического импульса ЭУЗИ является совместное использование индукционно-динамических, электродинамических и электромагнитных сил, направленных в одну сторону [18]. ЭУЗИ комбинированного действия содержит индуктор, состоящий из неподвижной 1 и подвижной 2 секций, которые соединены между собой электрически последовательно и встречно по магнитному полю при помощи контактного токосъема (рис. 13).

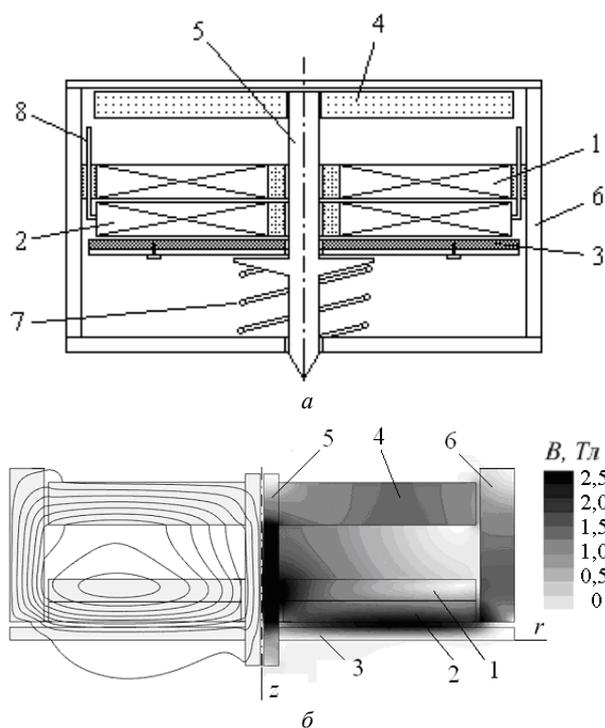


Рис. 13. Конструктивная схема (а) и распределение магнитного поля (б) ЭУЗИ комбинированного действия

Подвижная секция 2 индуктора установлена напротив электропроводящего якоря 3, а неподвижная секция 1 индуктора – напротив ферромагнитного якоря 4, с которым соединен боек 5. Боек выполнен с расширенным участком, контактирующим с якорем 3. Указанные элементы расположены в ферромагнитном корпусе 6. Между якорем 3 и корпусом установлена возвратная пружина 7. Один из направляющих стерж-

ней 8 для подвижной секции 2 индуктора выполнен в виде скользящего контакта.

При возбуждении индуктора между его секциями 1 и 2 возникает электродинамическая сила отталкивания, между подвижной секцией 2 индуктора и электропроводящим якорем 3 возникает индукционно-динамическая сила отталкивания, а между неподвижной секцией 1 индуктора и ферромагнитным якорем 4 возникает электромагнитная сила притяжения. Все указанные силы суммируются, вследствие чего боек 5 приобретает повышенную кинетическую энергию. На рис. 13,б показано распределение магнитных полей в момент максимума тока в индукторе, откуда следует, что наибольшее поле возникает в направляющей части бойка и в зазоре между подвижной секцией индуктора и электропроводящим якорем.

ЭУЗИ для USB флеш-накопителя. Поскольку USB флеш-накопители обладают малыми размерами и удлиненной формой, то это необходимо учитывать при разработке соответствующих ЭУЗИ. Рассмотрим ЭУЗИ с замкнутым магнитопроводом, который содержит индуктор 1 в виде соленоида и электропроводящий якорь 2, расположенные внутри ферромагнитного сердечника 3, выполненного в виде стакана с крышкой 4 (рис. 14,а) [19].

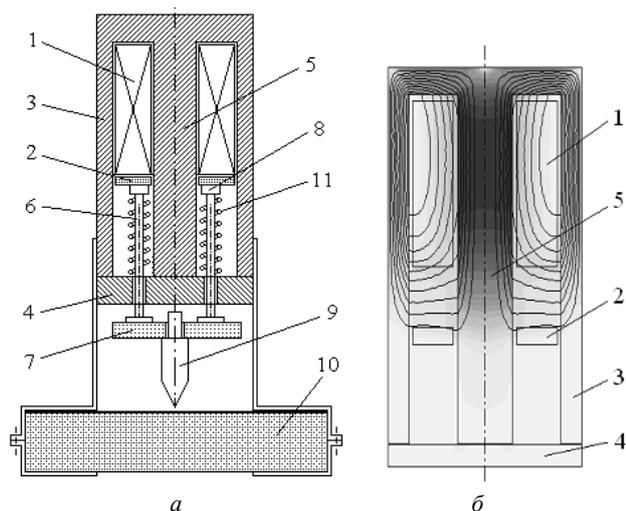


Рис. 14. Конструктивная схема (а) и распределение магнитных полей (б) ЭУЗИ с замкнутым магнитопроводом

Индуктор 1 и якорь 2 расположены на центральном стержне 5 сердечника. В крышке 4 сердечника выполнен ряд направляющих отверстий, внутри которых установлены направляющие стержни 6, соединенные одним концом с ударным диском 7, а другим концом – с плоскими выступами 8, которые контактируют с якорем 2. Боек 9 соединен с ударным диском 7, а его заостренная часть направлена в сторону USB флеш-накопителя 10.

При возбуждении индуктора 1 возникающее магнитное поле проходит по ферромагнитному сердечнику 3, индуцируя вихревой ток в якорю 2. При этом сердечник 3 вместе с крышкой 4 и центральным стержнем 5 образуют замкнутый магнитопровод. Это усиливает магнитную связь между индуктором 1 и якорем 2, а значит и СЭД даже при перемещении якоря (рис. 14,б).

Рассмотрим ЭУЗИ, предназначенное для уничтожения информации USB флеш-накопителя путем излома с мультииндуктором (рис. 15) [20]. Устройство состоит из прямоугольного ферромагнитного корпуса 1, внутри которого на верхней стороне закреплены два индуктора 2 и 3, а на нижней стороне закреплен индуктор 4 так, что его центральная ось расположена между центральными осями индукторов 2 и 3. Коаксиально с каждым индуктором 2, 3, 4 расположен подвижный якоря 5, 6, 7 и бойки 8, 9, 10. Каждый боек выполнен с направляющим цилиндрическим участком, расположенном в центральных отверстиях индуктора и якоря, с расширенной частью и с заостренным концом, направленным в сторону цифрового USB флеш-накопителя 11. Внутри корпуса 1, расположены плоские пружины 12, прижимающие якоря к индуктору и фиксирующие флеш-накопитель 11.

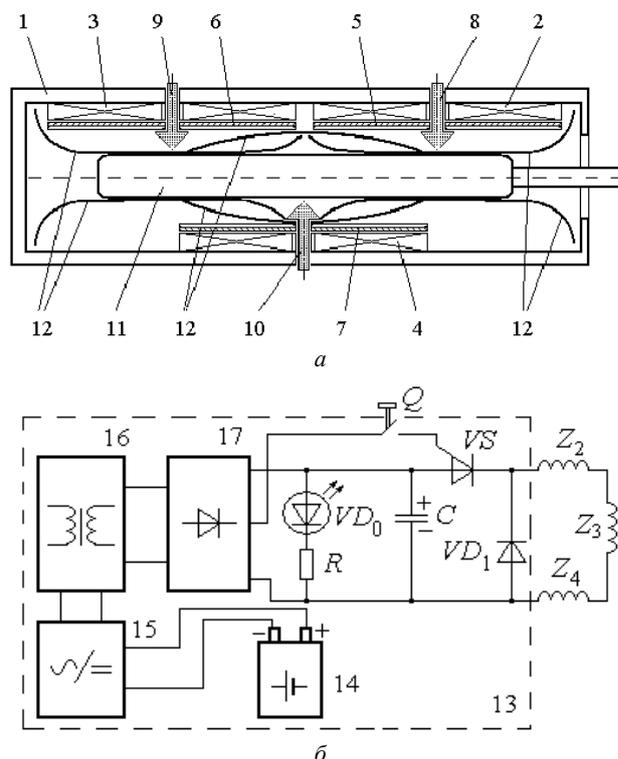


Рис. 15. Конструктивная (а) и электрическая (б) схемы ЭУЗИ для USB флеш-накопителя с мультииндуктором

В электронном блоке 13 ЭУЗИ расположены последовательно соединенные между собой автономный источник постоянного напряжения 14, преобразователь постоянного напряжения в переменное 15, повышающий трансформатор 16, выпрямитель 17 и ЕНЭ С, к которому посредством управляемого электронного ключа VS подключены последовательно соединенные индукторы 2, 3 и 4 с полными сопротивлениями, соответственно Z_2 , Z_3 и Z_4 (рис. 13,б). В блоке размещены светодиод VD_0 с ограничивающим резистором R и обратный диод VD_1 .

При поступлении сигнала на уничтожение информации цифрового накопителя нажимают кнопку Q . При этом происходит разряд ЕНЭ С и в индукторах 2, 3, 4 возникает ток. После разряда ЕНЭ прекращается свечение светодиода 19. При этом на якоря 5, 6, 7 действуют СЭД силы, вследствие чего происходит пере-

мещение бойков 8, 9, 10 и осуществляется деформирование цифрового накопителя 11 путем пробивания отверстия и/или его механического излома.

ЭУЗИ с мультякорем для SSD накопителя информации. В твердотельном SSD накопителе информации механическое уничтожение информации на одном участке не приводит к уничтожению информации на смежных участках. Для данного ЦНИ предлагается конструкция ЭУЗИ, в котором с индуктором взаимодействуют ряд упорядочено расположенных якорей, которые формируют, так называемый, мультякорь [21].

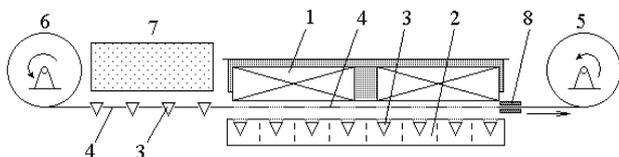


Рис. 16. Конструктивная схема ЭУЗИ с мультякорем после срабатывания

Индуктор 1 выполнен в форме прямоугольного параллелепипеда (рис. 16). В зазоре между индуктором 1 и ЦНИ 2 расположены ряд подвижных якорей 3, формирующих мультякорь. Каждый якорь выполнен конусообразным с электропроводящей плоской поверхностью и с заостренным стальным концом, обращенным к ЦНИ 2. Фиксирующая упругая лента 4 прижимает якоря 3 к индуктору 1. Концы ленты 4 намотаны на приемный приводной 5 и выдаваемый подторможенный 6 барабаны лентопротяжного механизма таким образом, что обеспечивается перемещение ленты в зазоре между индуктором 1 и ЦНИ 2. Между выдаваемым подторможенным барабаном 6 и индуктором 1 установлено устройство 7 фиксации мультякоря 3 в ячейки ленты 4. Между индуктором 1 и приемным приводным барабаном 5 установлено дозирующее устройство 8 со щелью для прохода ленты 4.

Для уничтожения информации ЦНИ осуществляют разряд ЕНЭ на индуктор. При этом в электропроводящей поверхности каждого якоря 3 индуцируется ток, на которые со стороны индуктора действуют СЭД. Мультякорь вылетает из ленты, заостренными концами пробивая ЦНИ 2 во многих участках, что важно для твердотельного SSD накопителя информации.

Магнитно-импульсные устройства защиты информации. Как показывают исследования, при воздействии мощным импульсом магнитного поля, созданного индуктором, у близко расположенного НЖМД деформируется корпус, изгибаются жесткие магнитные диски и устройства позиционирования головок, отлетают записывающие/считывающие головки и повреждаются платы контроллера. Особенно разрушительное действие на защищаемый НЖМД это поле оказывает в процессе работы компьютера, поскольку жесткие магнитные диски вращаются с высокой скоростью и для них механические воздействия ударного типа наиболее опасны.

Для реализации указанных задач предлагается магнитно-импульсное устройство защиты информации (МУЗИ), которое содержит аккумулятор 1, полярный ЕНЭ 2 и индуктор 3, установленный смежно НЖМД 4 (рис. 17) [22]. Индуктор 3 электрически

соединен с ЕНЭ 2 посредством разрядника 5, управляемого контроллером 6, на который поступает пусковой сигнал 7 об опасности утечки информации. Аккумулятор 1 подключен к зарядному устройству 8 и к преобразователю 9, который преобразует постоянное напряжение в переменное высокочастотное. Преобразователь 9 соединен с повышающим трансформатором 10, к выходу которого подключен выпрямитель 11, соединенный с ЕНЭ 2. Контроллер 6 соединен с устройством 12, задающим число импульсов магнитного поля индуктора.

В цепях между зарядным устройством 8 и аккумулятором 1, выпрямителем 11 и ЕНЭ 2, контроллером 6 и преобразователем 9 установлены светодиодные индикаторы, соответственно, 13, 14 и 15, реагирующие на наличие сигнала в этих цепях.

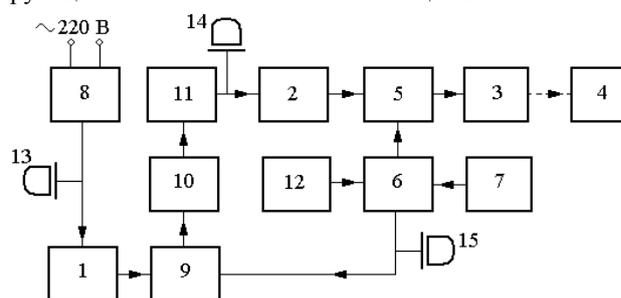


Рис. 17. Функциональная схема МУЗИ

На рис. 18 показаны изготовленные и испытанные образцы индукторов. Индуктор на рис. 18,а выполнен монолитным по форме и габаритам, соответствующим НЖМД 3,5 дюйма, так, что обмотка индуктора расположена напротив магнитных дисков. Указанный индуктор предназначен для возбуждения импульсного магнитного поля на два смежно расположенных НЖМД. Индуктор, показанный на рис. 18,б, выполнен толщиной 1,2 мм, что важно для размещения в корзине сервера между установленными НЖМД.

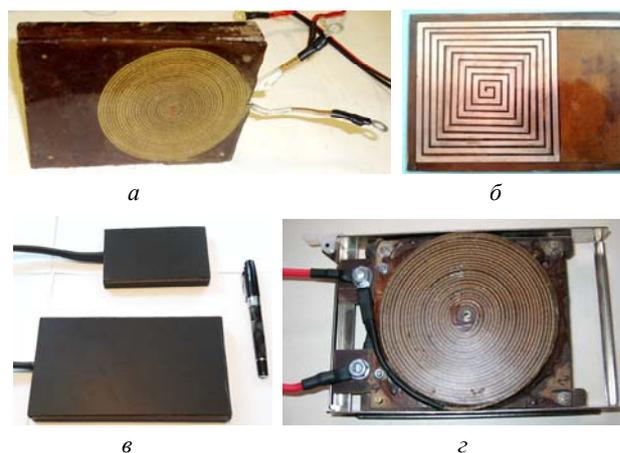


Рис. 18. Общий вид индукторов МУЗИ

На рис. 18,в показаны закрытые декоративной пленкой тонкие индуктора с размерами НЖМД 3,5 и 2,5 дюйма. Они предназначены для одностороннего воздействия магнитного поля на НЖМД. Для этого на одной стороне индуктора установлен ферромагнитный экран, уменьшающий поле с одной стороны и увеличивающий его с противоположной стороны.

На рис.18,з показан индуктор, встроенный в выдвижную панель корзины сервера, а на рис. 19 показана корзина сервера, в которой установлен данный индуктор.

Для испытания индуктора МУЗИ использовалась установка, показанная на рис. 20, которая включает пусковую кнопку 1, аккумулятор 2, источник питания 3, электронный преобразователь 4, блок ЕНЭ 5, соединительные провода 6, алюминиевый якорь 7 и тонкий индуктор 8.

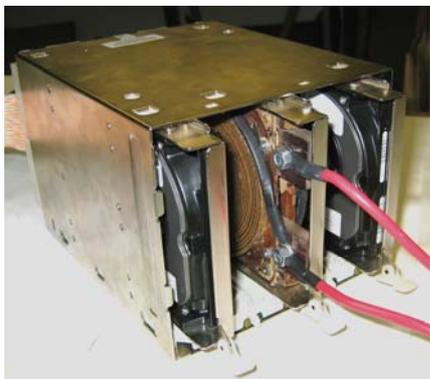


Рис. 19. Общий вид корзины сервера с индуктором МУЗИ

Результаты испытаний фиксировались путем измерения высоты подбрасывания якоря, установленного коаксиально с обмоткой индуктора, при его возбуждении.

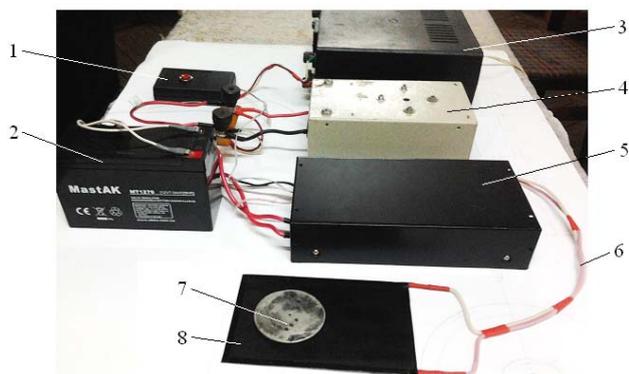


Рис. 20. Схема испытания МУЗИ с тонким индуктором, закрытым декоративной пленкой

Импульсное магнитно-механическое устройство уничтожения информации. Для гарантированного уничтожения информации перспективна идея совместного воздействия импульсного магнитного поля и механического удара на ЦНИ. Поскольку в ЭУЗИ электропроводящий якорь, установленный смежно с одной торцевой поверхности индуктора, экранирует импульсное магнитное поле, то для воздействия на ЦНИ необходимо использовать другую торцевую поверхность индуктора.

На рис. 21 показана конструктивная схема импульсного магнитно-механического устройства, в котором реализован данный принцип. Данное устройство состоит из ферромагнитного каркаса 1, внутри которого коаксиально расположены индуктор 2, электропроводящий якорь 3 и ферромагнитный боек 4. Боек выполнен с направляющим участком и заостренным концом, направленным в сторону ЦНИ 5.

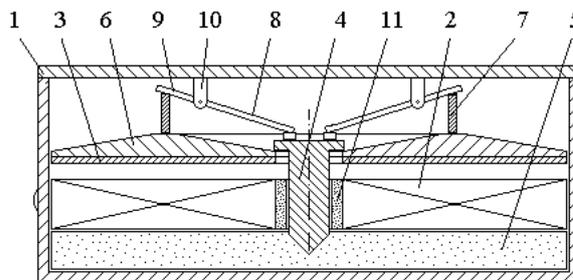


Рис. 21. Импульсное магнитно-механическое устройство во время работы

К якорю 3 присоединен силовой диск 6 с толкателем 7. Внутри каркаса 1 расположено несколько рычагов, каждый из которых состоит из двух противоположных плеч 8 и 9, разделенных опорой 10. Плоский конец бойка 4 взаимодействует с плечом 8 рычага, а силовой диск 6 через толкатель 7 взаимодействует с плечом 9 рычага. Опоры рычагов 10 зафиксированы относительно каркаса 1. Индуктор 2 содержит направляющую втулку 11, внутри которой расположен заостренный конец бойка 4.

Для уничтожения информации ЦНИ 5 осуществляют возбуждение индуктора 2 от ЕНЭ. Импульсный ток в индукторе 2 возбуждает магнитное поле, которое воздействует на ЦНИ 5, уничтожая находящуюся на нем информацию.

Магнитное поле индуктора 2 наводит вихревые токи в якорь 3. Возникающие при этом СЭД перемещают якорь вместе с силовым диском 6 в направлении от индуктора. При этом толкатель 7 воздействует на плечи 9 рычагов и происходит поворот рычагов относительно неподвижных опор 10. Плечи 8 рычагов перемещаются в направлении индуктора 2, осуществляя силовое воздействие на плоский конец бойка 4. Боек своим заостренным концом пробивает ЦНИ 5, окончательно уничтожая хранимую информацию.

Таким образом, на основании выполненных работ можно предложить следующую классификацию устройств уничтожения информации на ЦНИ:

По принципу работы: электромеханические, электромагнитные, комбинированные;

По типу ЦНИ: НЖМД, USB флеш-накопитель, SSD накопитель, блейд-сервер;

По типу силового привода: индукционно-динамический, электромагнитный, электродинамический, с упругим накопителем энергии, комбинированный.

По типу индуктора: однокатушечный, многокатушечный;

По форме индуктора: дисковый, соленоидальный;

По типу якоря: электропроводящий, ферромагнитный, индукторный, комбинированный;

По форме якоря: дисковая, цилиндрическая, комбинированная, многоэлементная;

Конструктивная схема: единый ударно-силовой блок, отдельные электронный и один или несколько силовых блоков;

Силовой блок: без магнитопровода, с магнитопроводом;

Электронный блок: однократного действия, циклического действия.

Заключение.

Разработан комплекс высокоэффективных импульсных электромеханических и электромагнитных устройств уничтожения информации на цифровых накопителях. Указанные устройства характеризуются автономностью и при ограниченных массогабаритных показателях возбуждают мощные механические или магнитные импульсы.

Рассмотрены электромеханические устройства индукционно-динамического типа, с аккумулярованием механической энергии и устройства комбинированного действия, использующие индукционно-динамические, электродинамические и электромагнитные силы.

Предложены конструкции устройств, предназначенных для уничтожения информации на USB флеш-накопителях и твердотельных SSD накопителях.

Предложена конструкция импульсного магнитно-механического устройства, в котором уничтожение информации осуществляется механическим и магнитным импульсами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спесивцев А.В. Защита информации в персональных компьютерах. – М.: Радио и связь, 1992. – 192 с.
2. Кожневский С., Чеховский С., Прокопенко С. Разрушающие методы уничтожения информации на НЖМД [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.epos.ua/view.php/about_research_datakill.
3. Барсуков В.С. Чтобы сохранить информацию, ее необходимо уничтожить! // Специальная техника. – 2001. – №6.
4. Гордиенко И. Уничтожение данных. Практический подход [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ferra.ru/online/storage/s25303>.
5. Рохманюк В.М., Фокин Е.М. Аппаратура экстренного уничтожения записей на магнитных носителях // БДИ (Безопасность. Достоверность. Информация). – 2000. – №5.
6. Боборыкин С.Н., Рыжиков С.С. Оценка эффективности средств уничтожения информации, хранящейся в накопителях на жестких магнитных дисках // Специальная техника. – 2001. – №3.
7. Болух В.Ф., Марков А.М., Лучук В.Ф., Щукин И.С. Устройство защиты компьютерной информации от несанкционированного доступа на основе индукционно-динамического двигателя // Электротехника і електромеханіка. – 2008. – №2. – С. 5-10.
8. Bolyukh V.F., Luchuk V.F., Rassokha M.A., Shchukin I.S. High-efficiency impact electromechanical converter // Russian electrical engineering. – 2011. – vol.82. – no.2. – pp. 104-110.
9. Пат. РФ № 2305329, МКИ G11B 5/024. Способ защиты информации и устройство для его осуществления / Болух В.Ф., Марков А.М., Лучук В.Ф., Щукин И.С. – З. № 2005120956. – Заявлено 04.07.2005. – Опубликовано 28.08.2007. Бюл. №24. – 9 с.
10. Bolyukh V.F., Shchukin I.S. Linear induction-dynamic converters. Saarbrücken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 496 p.
11. Bolyukh V.F., Shchukin I.S. The thermal state of an electromechanical induction converter with impact action in the cyclic operation mode // Russian electrical engineering. – 2012. – vol.83. – no.10. – pp. 571-576.
12. Болух В.Ф., Олексенко С.В., Щукин И.С. Эффективность линейных импульсных электромеханических преобразователей, предназначенных для создания ударных нагрузок и высоких скоростей // Электротехніка і електромеханіка. – 2015. – №3. – С. 31-40.

13. http://www.unidisk.ru/work/article_11.html.

14. Болух В.Ф., Олексенко С.В., Щукин И.С. Влияние формы и расположения якоря на эффективность индукционно-динамического двигателя с использованием 3D модели // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. – №65. – С. 63-83.
15. Пат. України № 52270, МПК H02K 33/00, B06B 1/02. Електромеханічний ударний пристрій індукційного типу / Болух В.Ф., Рассоха М.О. – З. № 201000065. – Заявл. 11.01.2010. – Надрук. 25.08.2010. Бюл. №16, 2010.
16. Пат РФ № 2486583, МПК G06F12/14, G11C11/48. Электромеханическое устройство защиты информации, размещенной на цифровом USB флеш-накопителе, от несанкционированного доступа / Болух В.Ф., Лучук В.Ф., Щукин И.С. – Заявка № 2012115370/08 – Заявл. 17.04.2012. – Опубликовано 27.06.2013, Бюл. №18.
17. Патент РФ № 2531701, МПК H02K33/02, H02K41/025. Линейный электромеханический преобразователь ударного действия / Болух В.Ф., Лучук В.Ф., Щукин И.С. – Заявка № 2013128128/07. – Заявл. 19.06.2013. – Опубликовано 27.10.2014.
18. Пат РФ № 2538094, МКИ H02K41/025, H02K33/02. Ударный электромеханический преобразователь комбинированного типа // Болух В.Ф., Лучук В.Ф., Щукин И.С. – Заявка № 2013131248/07(046733). Заявл. 08.07.2013. Опубликовано 10.01.2015, Бюл. №1.
19. Пат. РФ № 2448360, МПК G06F12/16, G11C11/48. Электромеханическое устройство защиты информации, размещенной на цифровом накопителе, от несанкционированного доступа / Болух В.Ф., Лучук В.Ф., Щукин И.С. – Заявка № 2010133027/08. – Заявл. 05.08.2010. – Опубликовано 20.04.2012.
20. Пат РФ № 2459237, МПК G06F12/14, G11C11/48. Устройство защиты информации, размещенной на цифровом USB флеш-накопителе, от несанкционированного доступа / Болух В.Ф., Лучук В.Ф., Щукин И.С. – Заявка № 2010133026/08. – Заявл. 05.08.2010. – Опубликовано 20.08.2012.
21. Пат. РФ № 2446890, МПК B02C19/00. Устройство защиты информации, размещенной на цифровом носителе записи, от несанкционированного доступа и способ его осуществления / Болух В.Ф., Лучук В.Ф., Щукин И.С. – Заявка № 2010115772/28. – Заявл. 20.04.2010. – Опубликовано 10.04.2012.
22. Пат. РФ № 2427933, МПК G11C7/24, G06F12/14. Способ защиты информации на накопителе на жестких магнитных дисках и устройство для его осуществления / Болух В.Ф., Лучук В.Ф., Щукин И.С. – Заявка № 2010107939/08. – Заявл. 03.03.2010. – Опубликовано 27.08.2011.

REFERENCES

1. Spesivtsev A.V. *Zashchita informatsii v personal'nykh komp'iuterakh* [Protection of information in personal computers]. Moscow, Radio i Svyaz Publ., 1992. 192 p. (Rus).
2. Kozhenevskii S., Chekhovskii S., Prokopenko S. *Razrushaiushchie metody unichtozheniia informatsii na NZhMD* (Destructive methods destruction of information to the HDD). Available at: http://www.epos.ua/view.php/about_research_datakill (accessed 13 May 2013). (Rus).
3. Barsukov V.S. To save the information, it must be destroyed! *Spetsial'naia tekhnika – Special equipment*, 2001, no.6. (Rus).
4. Gordienko I.V. *Unichtozhenie dannykh. Prakticheskii podkhod* (Destruction of data. Practical approach) Available at: <http://www.ferra.ru/online/storage/s25303> (accessed 14 August 2003). (Rus).
5. Rohmanyuk V.M., Fokin E.M. Emergency destruction equipment of records on magnetic media. *BDI (Bezopasnost'. Dostovernost'. Informatsiia) – SCI (Security. Credibility. Information)*, 2000, no.5. (Rus).
6. Boborykin S.N., Ryzhikov S.S. Evaluation of efficiency of means of the destruction of the information stored in the hard disk drive. *Spetsial'naia tekhnika – Special equipment*, 2001, no.3. (Rus).

7. Bolyukh V.F., Markov A.M., Luchuk V. F., Shchukin I.S. Device for computer information security from unauthorized access on the basis of an induction-dynamic motor. *Elektrotehnika i elektromekhanika – Electrical engineering & electromechanics*, 2008, no.2, pp. 5-10. (Rus).
8. Bolyukh V.F., Luchuk V.F., Rassokha M.A., Shchukin I.S. High-efficiency impact electromechanical converter. *Russian electrical engineering*, 2011, vol.82, no.2, pp. 104-110. doi: 10.3103/s1068371211020027.
9. Bolyukh V.F., Markov A.M., Luchuk V.F., Shchukin I.S. *Sposob zashchity informatsii i ustroistvo dlia ego osushchestvleniia* [A method for protecting information and device for its realization]. Patent Russian Federation, no. 2305329, 2007. (Rus).
10. Bolyukh V.F., Shchukin I.S. *Lineinye induktsionno-dinamicheskie preobrazovateli* [Linear induction-dynamic converters]. Saarbrücken, Germany, LAP Lambert Academic Publ., 2014. 496 p. (Rus).
11. Bolyukh V.F., Shchukin I.S. The thermal state of an electromechanical induction converter with impact action in the cyclic operation mode. *Russian electrical engineering*, 2012, vol.83, no.10, pp. 571-576. doi: 10.3103/s1068371212100045.
12. Bolyukh V.F., Oleksenko S.V., Shchukin I.S. Efficiency of linear pulse electromechanical converters designed to create impact loads and high speeds. *Elektrotehnika i elektromekhanika – Electrical engineering & electromechanics*, 2015, no.3, pp. 31-40. (Rus).
13. Available at: http://www.unidisk.ru/work/article_11.html (accessed 05 May 2012). (Rus).
14. Bolyukh V.F., Oleksenko S.V., Shchukin I.S. Influence of form and position of the armature on the efficiency of induction-dynamic the motor using 3D models. *Visnyk NTU «KhPI» – Bulletin of NTU «KhPI»*, 2013, no.65, pp. 63-83. (Rus).
15. Bolyukh V.F., Rassokha M.O. *Elektromekhanichniy udarniy prystrii induktsiinoho typu* [Electromechanical impact devices induction type]. Patent UA, no. 52270, 2010. (Ukr).
16. Bolyukh V.F., Luchuk V.F., Shchukin I.S. *Elektromekhanicheskoe ustroistvo zashchity informatsii, razmeshchennoi na tsifrovom USB flesh-nakopitele, ot nesanktsionirovannogo dostupa* [Electromechanical protection device information contained in the digital USB flash drive from unauthorized access]. Patent Russian Federation, no. 2486583, 2007. (Rus).
17. Bolyukh V.F., Luchuk V.F., Shchukin I.S. *Lineinyi elektromekhanicheskii preobrazovatel' udarnogo deistviia* [A linear electromechanical impact converter]. Patent Russian Federation, no. 2531701, 2014. (Rus).
18. Bolyukh V.F., Luchuk V.F., Shchukin I.S. *Udarniy elektromekhanicheskii preobrazovatel' kombinirovannogo tipa* [An impact electromechanical converter combined type]. Patent Russian Federation, no. 2538094, 2015. (Rus).
19. Bolyukh V.F., Luchuk V.F., Shchukin I.S. *Elektromekhanicheskoe ustroistvo zashchity informatsii, razmeshchennoi na tsifrovom nakopitele, ot nesanktsionirovannogo dostupa* [Electromechanical protection device information contained in the digital storage device against unauthorized access]. Patent Russian Federation, no. 2448360, 2012. (Rus).
20. Bolyukh V.F., Luchuk V.F., Shchukin I.S. *Ustroistvo zashchity informatsii, razmeshchennoi na tsifrovom USB flesh-nakopitele, ot nesanktsionirovannogo dostupa* [Protection device information contained in the digital USB flash drive from unauthorized access]. Patent Russian Federation, no. 2459237, 2012. (Rus).
21. Bolyukh V.F., Luchuk V.F., Shchukin I.S. *Ustroistvo zashchity informatsii, razmeshchennoi na tsifrovom nositele zapisi, ot nesanktsionirovannogo dostupa i sposob ego osushchestvleniia* [Protection device information posted on the digital recording medium, against unauthorized access and the method of its implementation]. Patent Russian Federation, no. 2446890, 2012. (Rus).
22. Bolyukh V.F., Luchuk V.F., Shchukin I.S. *Sposob zashchity informatsii na nakopitele na zhestkikh magnitnykh diskakh i ustroistvo dlia ego osushchestvleniia* [A method of protecting information on the HDD and device for its realization]. Patent Russian Federation, no. 2427933, 2011. (Rus).

Поступила (received) 06.07.2015

Болух Владимир Федорович¹, д.т.н., проф.,

Щукін Ігорь Сергеевич², к.т.н., доц.,

¹Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт»,

61002, Харьков, ул. Фрунзе, 21,

тел/phone +38 057 7076427, e-mail: bolukh@kpi.kharkov.ua

²ООО Фирма «ТЭТРА, Ltd»,

61002, Харьков, ул. Фрунзе, 21,

тел/phone +38 057 7076427, e-mail: tech@tetra.kharkiv.com.ua

V.F. Bolyukh¹, I.S. Schukin²

¹National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», 21, Frunze Str., Kharkiv, 61002, Ukraine.

²Firm Tetra, LTD,

21, Frunze Str., Kharkiv, 61002, Ukraine.

High-performance electromechanical and electromagnetic pulse devices for destruction of information on digital drives.

It is shown that the most promising way to mechanical destruction of digital information storage is using a pulsed electromechanical and magnetic device and method. The highly efficient autonomous electromechanical and electromagnetic pulse devices destruction of information on digital storage devices are designed. The aim of the paper is the development of designs and advanced technical solutions for highly efficient pulsed electromechanical and magnetic systems of information protection. The excitation source of the inductor is using a capacitive energy storage. This may be implemented by running or the computer turned off for a very short period of time when the signal of unauthorized access. Implement the task can only be provided using mathematical modeling of electromagnetic and mechanical processes, experimental research and development of new technical solutions. These devices with limited weight and overall dimensions excite powerful mechanical or magnetic pulses. Considered electromechanical devices of induction-dynamic type, with accumulation of mechanical energy and the combined action of the device, using an induction-dynamic electrodynamic and electromagnetic forces. Proposed design of devices is intended to destroy information on USB flash drives and solid state drives SSD. The design of pulsed magnetic-mechanical device in which the destruction of information is carried out by mechanical and magnetic pulses simultaneously. Based on the performed works classification of destruction of information devices digital drives is proposed. References 22, table 1, figures 21.

Key words: electromechanical and electromagnetic pulse devices, destruction of information on digital drives, design of devices, mechanical and magnetic pulses.