

УДК 62-83: 621.314

**Скіданов Володимир Михайлович**

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації технологічних процесів,

*orcid.org/0000-0001-1761-487X**Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ***Іносов Сергій Вікторович**

Кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації технологічних процесів,

*orcid.org/0000-0001-8305-5514**Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ***Самойленко Микола Іванович**Асистент кафедри автоматизації технологічних процесів, *orcid.org/0000-0003-4778-5100**Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ*

## ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СЕРВОПРИВОДІВ НА БАЗІ СИНХРОННИХ ДВИГУНІВ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ

**Анотація.** Синхронні двигуни з постійними магнітами широко застосовуються у сервоприводах, зокрема у комплексах обслуговування накопичувачів на жорстких магнітних дисках, що обумовлено їх високою надійністю. Задача надійного збереження інформації має комплексний характер і на сьогодні алгоритмічно та схемотехнічно успішно вирішена. Однак розробники практично обійшли увагою проблему можливих відмов штатної електроніки при виконанні процедури паркування головок читання/запису. З огляду на складність системи керування приводом жорстких дисків, виникає цілком ймовірна ситуація з відмовою цієї системи, що призводить до руйнації головок і робочої поверхні дисків. У статті проаналізовано відомі підходи до штатного й аварійного (у разі зникнення напруги живлення) паркування блоку головок та запропоновано нове рішення задачі аварійного паркування головок при будь-якій дисфункції у колах керування сервоприводом. Підключення системи не потребує демонтажу базової електроніки і не переантажує внутрішній блок живлення, тобто система є ефективним додатком, який сприяє підвищенню надійності засобів життєзабезпечення жорстких дисків комп'ютера.

**Ключові слова:** привід жорстких магнітних дисків; надійність; аварія; паркування головок

### Постановка проблеми

У сучасній високопрецизійній обчислювальній техніці сервоприводи різних типів та структурних побудов для виконавчих агрегатів загального та спеціального призначення мають надзвичайно широке застосування. Зокрема, з огляду на потенційну надійність та високу функціональність таких пристроїв, вельми значний сектор займають приводи виконавчих механізмів, які використовують синхронні двигуни з постійними магнітами. Саме таким сервоприводам віддають перевагу розробники електромеханічної частини накопичувачів інформації на жорстких магнітних дисках. Подібні розробки складають фундамент надійності та інформаційної безпеки накопичувачів інформації для сучасної обчислювальної техніки різного рівня та призначення, що і обумовлює актуальність аналізу, досліджень та розробок у цій сфері.

### Аналіз відомих досліджень і публікацій

Жорсткі диски (ЖД) залишаються на сьогодні практично безальтернативним компонентом комп'ютерних комплексів, оскільки навіть значний прогрес у технологіях для FLASH накопичувачів не наблизив їх технічні показники до показників вінчестерів, а саме таких, наприклад, як ємність, час доступу, кількість циклів запису/читання, термін гарантованого зберігання інформації [1 – 3].

При цьому слід зазначити, що вартість інформації у разі її втрати іноді, як кажуть, не має ціни. Так, за даними американських дослідників [1 – 2] понад 40% компаній, що втратили корпоративні дані, так і не змогли відновити свій бізнес, а ще 29% закрились через два роки. Тому проблема підвищення технічної надійності жорстких дисків на будь-якому етапі їх виготовлення та експлуатації є актуальною.

Жорсткий диск можна вважати одним з найбільш складних елементів комп'ютера, оскільки він є електронно-механічним виробом, який працює у довготривалому режимі при значних швидкісних, механічних і температурних навантаженнях.

Закон одного із засновників корпорації Intel Гордона Мура стверджує: «щільність транзисторів у інтегральних мікросхемах подвоюється кожний рік». Аналогічна тенденція прослідковується і в технології виготовлення жорстких дисків. Відомо [1], що менше ніж за 10 років ширина доріжок на дисках зменшилась у 8 разів і становить 0,17 нм, а щільність запису збільшилась майже у 26 разів і зараз становить понад 130 ГБ/кв. дюйм, тобто 20 ГБ/см<sup>2</sup>. Справа в тому, що збільшувати ємність вінчестера можна шляхом збільшення кількості пластин у камері ЖД. Однак це призведе до збільшення кількості головок читання-запису і до зростання масогабаритних параметрів пристрою. Тому цей нібито легкий і логічний шлях визнаний тупиковим.

Основний вектор розвитку ЖД спрямовано на технічне і технологічне удосконалення магнітних матеріалів пластин і конструкції головок читання-запису інформації.

Сучасний ЖД має дві пластини (скляних або алюмінієвих), на яких формується робоча – магнітна поверхня на основі композиту Co-Ru-Co (кобальт-рутеній-кобальт) з коерцитивною силою 200 кА/м (проти 28-120 кА/м у попередніх), а магнітна головка є комбінованою, що складається з індуктивної головки запису та тонкоплівкової магніторезистивної головки читання. Така її побудова забезпечує мінімальні габарити і високу надійність роботи, що в цілому дозволяє зменшувати розміри доріжок, тобто збільшувати щільність запису інформації.

У системі керування ЖД працюють два двигуни: соленоїдний двигун постійного струму, який забезпечує кероване радіальне переміщення блоку головок, та шпиндельний двигун змінного струму, який забезпечує обертання пакету дисків зі сталою кутовою швидкістю. Шпиндельний двигун будується на базі синхронного двигуна змінного струму з постійними магнітами на валу ротора.

Отже, штатна електроніка вінчестерів забезпечує гарантоване якісне керування приводом пакету дисків (розгін та стабілізація обертів) та керування позиціонером (наведення на доріжку) та утримування блоку головок на доріжці. Однак є ще одна суттєва проблема, а саме – паркування головок.

### Мета статті

Блок головок це прецизійна і досить уразлива конструкція. Для того щоб не ушкодити цей життєво важливий для комп'ютера вузол швидкість обертання дисків забезпечують досить високою. А саме такою, щоб головка ніби летіла над диском не

торкаючись його поверхні. В такому разі забезпечується надійне читання інформації за відсутності механічного контакту головки та диска. Для сучасних ЖД швидкість обертання сягає 15 000 об/хв. Лінійна швидкість диска під головкою становить 90 – 120 км/год, відстань від головки до диска складає всього 40 нм [1]. При контакті або падінні головки на поверхню диска головка відривається, а поверхня непоправно руйнується. Як результат, маємо часткову або повну втрату інформації.

Для запобігання аварійних ситуацій виробники забезпечують автоматизоване паркування, тобто відведення блоку головок у безпечну зону, яка розташована біля центра диска. Робота ЖД починається з розгону дисків і виведення головок з зони паркування, а закінчується відведенням головок у зону паркування і зупинкою дисків. При цьому штатна електроніка гарантує безпечне паркування у разі зникнення живлення (тут застосовують різні підходи: постійні магніти, пружини або генераторні режими шпиндельного двигуна, енергія якого надходить до двигуна позиціонера для відведення головок у зону паркування).

Однак поза увагою розробників лишилась ситуація, коли виходить з ладу штатна керуюча електроніка ЖД. У відомій літературі така задача не розглядалась.

### Виклад основного матеріалу

В даний час як шпиндельні двигуни в ЖД використовують синхронні безколекторні електродвигуни з постійними магнітами. Головна перевага безколекторних синхронних двигунів полягає у відсутності контактів, що обертаються і перемикаються, які є джерелом перешкод і втрат. Замість контактів, що обертаються, перемикання здійснюють напівпровідникові ключі (рис. 1).

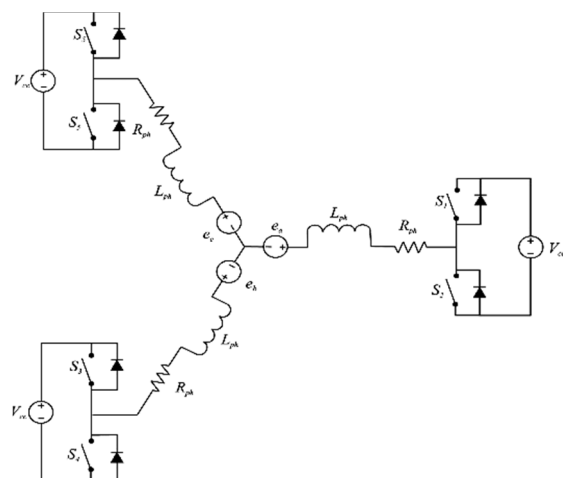


Рисунок 1 – Схема вмикання двигуна з напівпровідниковими комутаторами

Магнітне поле обмотки кожної фази статора є пульсуючим. Пульсуючі магнітні потоки, розкладені на симетричні складові, створюють прямий потік, що обертається синхронно з ротором. Щоб ці поля були взаємно нерухомі, необхідно щоб ротор обертався з тією ж частотою, що і магнітне поле статора. Взаємна нерухомість магнітних полів ротора і статора в сталому режимі роботи для будь-якого електричного двигуна є основою його функціонування. Тільки в цьому випадку може створюватися постійний обертовий момент, а також передаватися енергія з ротора в статор і назад. На рис. 2 наведені діаграми подачі управляючих імпульсів на обмотки статора синхронного двигуна і їх фазові характеристики.

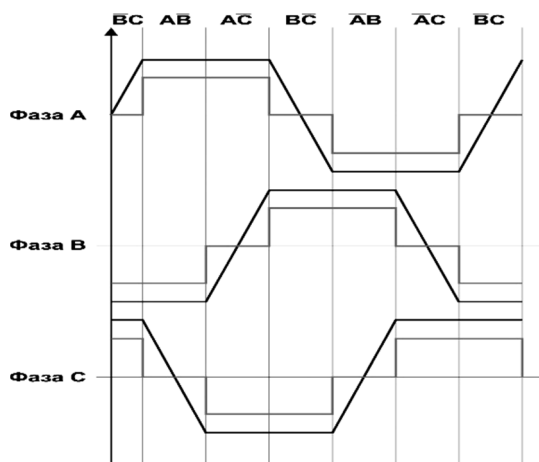


Рисунок 2 – Діаграми розподілу керуючих імпульсів на статорних обмотках безколекторного синхронного двигуна у штатному режимі

Недолік синхронних двигунів у тому, що вони не можуть самозапуститися. Запуск синхронного двигуна безпосереднім включенням в мережу неможливий [9].

У момент пуску ротор двигуна нерухомий і середнє значення пускового моменту дорівнює 0. Для запуску синхронного двигуна необхідний спеціальний контролер-регулятор оборотів і запуску двигуна. Без нього неможливо примусити електродвигун працювати.

Для запуску таких двигунів у накопичувачах на жорстких дисках застосовується плавна зміна частоти управляючих сигналів від 1 – 2 до 1000 Гц, або інші спеціальні механізми запуску.

Сучасні безколекторні шпиндельні двигуни не мають спеціальних датчиків положення ротора. Положення ротора і його швидкість обчислюються за параметрами зчитуваного сигналу з магнітних поверхонь дисків головками читання, вимірюються і обробляються спеціальним контролером. Обмотки шпинделя двигуна містять потужні польові транзистори, які керуються за допомогою псевдосинусоїдальної технології комутації.

Таким чином, штатними засобами (контролер шпиндельного двигуна та додаткова електроніка) вирішуються усі передбачені алгоритми керування, а саме: стабілізація швидкості обертання пакету дисків, грубе і точне позиціонування головок та їх відведення у безпечну зону (зона паркування).

Власне процедура паркування виконується програмно під час кожного штатного (послідовне і безпечно проходження усіх кроків алгоритму вимикання за наявності живлення і повній працездатності усіх компонентів обслуговуючої електроніки) вимикання комп'ютера.

Крім того, практично всі виробники жорстких дисків передбачають примусове паркування головок у разі раптового зникнення живлення комп'ютера, яке виконується одним з трьох способів.

Перший спосіб реалізується за допомогою пружини. Поки є живлення, позиціонер долає зовнішнє механічне зусилля, що розвиває пружина. У разі зникнення живлення (загального) пружина не матиме компенсуючого зусилля з боку соленоїдного двигуна позиціонера і відтягне блок головок у безпечну зону. До недоліків такого підходу належить, по-перше, невелика швидкодія, що не гарантує надійне прибирання головок у безпечну зону у режимі їх «польоту» над площиною дисків, швидкість обертання яких зменшується і ймовірність стійкого «польоту» зменшується також. Це не виключає можливості контакту головки з робочою поверхнею диску. По-друге, наявність стороннього пружного елемента в системі позиціонування ускладнює точну роботу цієї системи, оскільки ускладнюється реалізація алгоритму прогнозування діаграми руху головки (розгін – політ – гальмування) при переході від поточної до заданої доріжки.

Другий спосіб автоматичного паркування реалізується за допомогою постійного магніту, який притягує коромисло позиціонера і переміщує головки у зону паркування. Такий енергозалежний підхід буде бездоганним у режимі спокою, коли ЖД взагалі не працює. А в робочому режимі знову ж таки виникає необхідність збільшення потужності соленоїдного двигуна позиціонера для відриву важеля з головками від паркувального магніту і для подолання впливу його магнітного поля впродовж роботи системи позиціонування. При цьому слід передбачити необхідність захисту самих дисків від стороннього магнітного поля, що також може стати причиною перемагнічування бітових комірок, тобто втратою інформації.

Третій спосіб є найбільш складним і передбачає переведення синхронного шпиндельного двигуна приводу дисків в генераторний режим, що дає можливість використати енергію обертання дисків (завдяки інерції дискового пакету) для генерації струму у коло котушки соленоїдного двигуна для

переведення блоку головок у зону паркування. Такий спосіб має безумовні переваги, однак потребує додаткового досить складного обладнання, яке має працювати у знеструмленому режимі (це випрямляч одно- або трифазний та групи контактів, які у разі знеструмлення мають переключити обмотки статора від транзисторів інвертора на вхід випрямляча, вихід якого треба підключити до обмотки соленоїдного двигуна).

Застосування одного з розглянутих способів дозволяє виконати аварійне паркування блоку головок, але тільки у разі зникнення напруги живлення.

Однак у відомій технічній літературі не розглядається проблема відведення головок у безпечну зону у разі відмови керуючої електроніки жорсткого диска. Причиною відмов може бути ціла низка факторів – від вигорання транзисторів інвертора до дисфункції інтегральних компонентів на платі контролера. Так чи інакше система позиціонування головок і обертання дисків може лишитись без регламентованого керування, що призведе до аварійних станів і, безумовно, до втрати інформації.

Відзначимо, що руйнація електроніки по каналу керування позиціонером спричинить тільки збої читання/запису даних і не призведе до падіння головок на поверхню дисків [10; 11]. А відмови по каналу керування шпиндельним двигуном, який забезпечує стабільні високі обороти дисків, що створюють «паріння» або політ головки можуть призвести до невідомих руйнацій. Так, за наявності напруги живлення і відмові у колах інвертора пакет дисків може зменшити швидкість нижче критичної або взагалі зупинитись [11; 12]. У будь-якому разі при зменшенні швидкості обертання головки припинять «політ» і «падають» на поверхню дисків. Лінійна швидкість доріжки у межах диску сягає 100 км/год, і у разі падіння головки на поверхню диска вона неминуче буде відірвана, а поверхня невідомно ушкоджена [1; 3].

Запобігти таким руйнаціям може автоматизована система, розроблена у межах даної роботи.

Задача системи – відстежувати керуючі імпульси у вихідному колі (кожна фаза) інвертора, який живить обмотки ротора шпиндельного двигуна. Схема системи наведена на рис. 3.

Ідея розробки полягає у постійному відстеженні як наявності, так і параметрів керуючих імпульсів у кожній фазі синхронного двигуна і оцінці середнього значення напруги у фазі.

Синхронний двигун з постійними магнітами на роторі за наявності інтелектуальної керуючої електроніки є ідеальною машиною, яка забезпечує плавний розгін і високу стабільність номінальних обертів. Синхронні двигуни не мають власного

пускового моменту, тому їх розгін виконується за спеціальними алгоритмами, які забезпечують поступове (у широтно-імпульсному режимі) збільшення частоти імпульсів керування, що в цілому розганяє ротор двигуна до синхронних обертів.

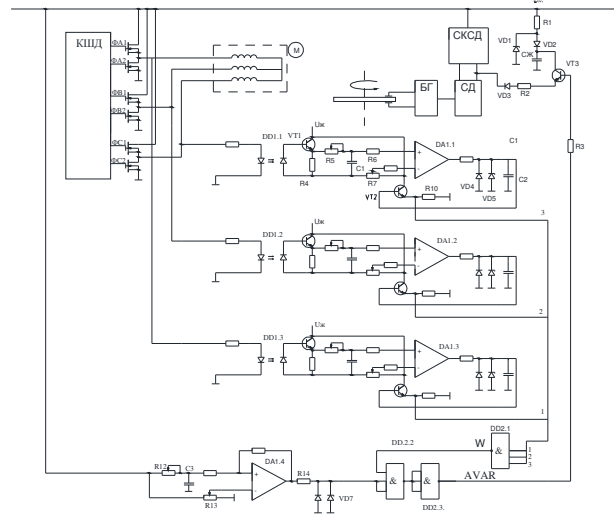


Рисунок 3 – Схема керування приводом жорсткого диска

На схемі (рис. 3) показані структурні компоненти загальної системи керування приводами жорсткого диску: модуль системи курування соленоїдним двигуном (СКСД) позиціонера, соленоїдний двигун (СД) та блок головок (БГ). Крім того, показані вихідні транзисторні каскади контролера шпиндельного двигуна (КШД) жорсткого диска, які забезпечують комутацію струму у фазах (ФА, ФВ, ФС) шпиндельного двигуна привоу дисків вінчестера.

Аналіз необхідної елементної бази та варіантів схемотехніки [4 – 8] не викликає сумнівів щодо успішного вирішення поставленої задачі.

Принцип роботи системи, що пропонується полягає в такому. Якщо відслідковувати збої у роботі вихідного регулятора шпиндельного двигуна, то можна виявити зменшення амплітудно-частотних показників або взагалі зникнення керуючих імпульсів в одній або в усіх фазах статорних обмоток, що і є ознакою дисфункції системи керування обертанням ЖД. І для такого типу діагностики (за вихідним параметром) байдуже, де виникла причина відмови – у колах мікроелектроніки, у силових колах або у колах зворотного зв'язку. Тобто маємо гарантоване запобігання аварійному режиму.

До кожної фази керованого інвертора шпиндельного двигуна підключена діодна оптопара DD1 з підсилюючим транзистором VT1 в режимі емітерного повторювача. З емітера VT1 сигнал поступає на інтегратор R5-C1 і далі – на позитивний вхід компаратора DA1. На негативному вході DA1

через змінний резистор R7 формується опорна напруга, рівень якої на 3-5% менший за рівень номінальної середньої напруги у фазі шпindelного двигуна. Таким чином, поки рівень напруги фази, сформований на інтеграторі з послідовності керуючих імпульсів, буде перевищувати опорну напругу, яка на 3-5% нижче припустимої, вихід компаратора знаходиться у стані «1». Якщо з якихось причин напруга у фазі зникне або стане меншою за опорну, компаратор перекинеться в стан «0». Якщо станеться будь-яка відмова у колах керування або у силових колах, що призведе до зменшення середньої напруги хоча б у одній фазі шпindelного двигуна, на входах «ЗІ-НІ» з'явиться хоча б один логічний нуль. Тоді керуючий сигнал буде  $W=1$  і через елемент «2І» відкриє транзистор VT3, а напруга від накопичувача С<sub>ж</sub> примусить позиціонер прибрати блок головок у зону паркування.

Компаратори кожної з фаз через емітерні повторювачі (ланцюжок DD1.1 – VT1 – DA1.1 – VT2, а також для наступних двох каскадів) підключаються до входів елемента DD1.1 типу «ЗІ-НІ». Вихід «ЗІ-НІ» через елемент «І» керує базою транзистора VT3, який у відкритому стані подає напругу живлення з накопичувальної ємності СЖ на відповідну за полярністю шину живлення двигуна позиціонера, що призводить до відведення блоку головок у зону паркування.

Ємність СЖ (конденсатор великої ємності або іоністор) заряджається від внутрішньої шини живлення через обмежувальний резистор R1 і відсікаючий діод DD2. Стабілітрон VD1 забезпечує необхідний рівень напруги на СЖ.

Для того щоб слідкуюча система не спрацювала впродовж розгону дисків (нестабільна напруга у фазах), на момент появи живлення і пуску шпindelного двигуна елемент «І» DD2.2 – DD2.3 блокується сигналом «0» від додаткового компаратора DA1.4. Цей компаратор утримує нуль на

виході доти, доки плавно зростаючий сигнал від інтегратора R12 – С3 не перевищить опорну напругу, сформовану на резисторі R13. Тобто, варіюючи параметрами інтегратора і формувача опорної напруги, можна змінювати інтервал часу, впродовж якого головна (штатна) система паркування буде неактивна. Після виходу шпindelного двигуна на номінальні оберти слідкуюча система розблокується («1» на другому вході DD2.2).

При цьому, якщо хоча б у одній фазі шпindelного двигуна зникають керуючі імпульси, на вході DD2.1 з'являється «0», а на його виході формується керуючий сигнал  $W=1$ , який через елемент «І» надходить у базу VT3, який відкривається і підключає СЖ до кола живлення опозиціонера у потрібному напрямку, що приводить до примусового безпечного паркування блоку головок ще до зниження швидкості обертання дисків нижче критичної.

Як видно зі схеми, система досить проста, потребує лише два корпуси мікросхем (K1435UD4 – чотири операційні підсилювачі, K155ЛА4 – три елементи ЗІ-НІ), три оптопари та декілька малопотужних транзисторів та малогабаритних традиційних радіоелементів (діоди, конденсатори, резистори).

## Висновки

1. Таким чином, запропонована система є простим і ефективним схемотехнічним додатком, який сприяє підвищенню надійності засобів життєзабезпечення сервоприводів накопичувачів на жорстких магнітних дисках шляхом забезпечення безаварійного паркування блоку головок читання/запису при довільних відмовах у колах штатної керуючої електроніки.

2. Підключення системи не потребує демонтажу базової електроніки і не передбачає перевантаження внутрішнього блоку живлення.

## Список літератури

1. Коженевский С.Р. Взгляд на жесткий диск «изнутри». Словарь терминов. Издание второе. – К.: ЕПОС, 2010. – 288 с.
2. Коженевский С.Р. Информационная безопасность. Информационная политика и технологии. – К.: ЕПОС, 2005. – 128 с.
3. Коженевский С.Р. Безопасность хранения информации на жестких магнитных дисках. Часть 1.–К.: ЕПОС, 2006.– 192 с.
4. Потемкин И.С. Функциональные узлы цифровой автоматики. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 320 с.
5. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 304 с.
6. Шило В.Л. Популярныe цифровые микросхемы: справочник. – М.: Радио и связь, 1997. – 352 с.
7. Лазарев В.Г., Пийль Е.И. Синтез управляющих автоматов. – М.: Энергия, 1978. – 408 с.
8. Алексеенко А.Г., Коломбет Е.А., Стародуб Г.И. Применение прецизионных аналоговых микросхем. – М.: Радио и связь, 1985. – 304 с.
9. Забудский Е.И. Электрические машины. Ч. 3. Синхронные машины: учебное пособие для вузов. – М.: МГАУ, 2008. – 195 с.

10. Цирлов В.Л. Основы информационной безопасности (краткий курс). – Ростов на Дону: Издательство Феникс, 2008. – 253 с.

11. Мюллер С. Модернизация и ремонт ПК = Upgrading and Repairing PCs / Скотт Мюллер. – 17-е изд. – М.: Вильямс, 2007. – 653 с. – ISBN 0-7897-3404-4.

12. Касперски К. Восстановление данных. Практическое руководство. – СПб.: БХВ, 2006. – 352 с.

Стаття надійшла до редколегії 30.01.2017

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Л.І. Мазуренко, завідувач відділу Інституту електродинаміки НАН України, Київ.

**Скиданов Владимир Михайлович**

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автоматизации технологических процессов, [orcid.org/0000-0001-1761-487X](https://orcid.org/0000-0001-1761-487X)

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

**Иносов Сергей Викторович**

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автоматизации технологических процессов, [orcid.org/0000-0001-8305-5514](https://orcid.org/0000-0001-8305-5514)

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

**Самойленко Николай Иванович**

Ассистент кафедры автоматизации технологических процессов,

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СЕРВОПРИВОДА  
НА БАЗЕ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ**

*Аннотация.* Синхронные двигатели с постоянными магнитами широко применяются в сервоприводах, в частности в комплексах обслуживания накопителей на жестких магнитных дисках, что обусловлено их высокой надежностью. Задача надежного хранения информации имеет комплексный характер и на сегодня алгоритмически и схемотехнически успешно решена. Однако разработчики практически обошли вниманием проблему возможных отказов штатной электроники при выполнении процедуры парковки головок чтения / записи. Учитывая сложность системы управления приводом жестких дисков, возникает вполне вероятная ситуация с отказом этой системы, что приводит к разрушению головок и рабочей поверхности дисков. В статье проанализированы известные подходы к штатной и аварийной (в случае исчезновения напряжения питания) парковки блока головок и предложено новое решение задачи аварийной парковки при любой дисфункции в цепях управления сервоприводом. Подключение системы не требует демонтажа базовой электроники и не перегружает внутренний блок питания, то есть система является эффективным приложением, которое способствует повышению надежности средств жизнеобеспечения жестких дисков компьютера.

**Ключевые слова:** привод жестких магнитных дисков; надежность; авария; парковка головок

**Skidanov Vladimir**

Professor, Head of the Department of Process Automation, [orcid.org/0000-0001-1761-487X](https://orcid.org/0000-0001-1761-487X)

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kiev

**Inosov Sergei**

Associate professor, Department of Process Automation, [orcid.org/0000-0001-8305-5514](https://orcid.org/0000-0001-8305-5514)

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kiev

**Samojlenko Mikola**

Assistant, Department of Process Automation

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kiev

**IMPROVING THE RELIABILITY OF THE SERVOMOTOR  
ON THE BASIS OF SYNCHRONOUS PERMANENT MAGNET MOTORS**

*Abstract.* Synchronous motors with permanent magnets are widely used in particular in servocomplexes maintenance of hard disk drives, due to their high reliability. One of the reasons leading to the destruction of the read / write heads and the disks working surface of damaged, is emergency parking heads unit not only failure of external or internal power circuits, but also in case of failure drives the drive controller or the output power transistors, providing the stator circuits powered synchronous motor. In this case, the spindle drive motor drives the package loses control, and heads "fall" on the disc surface, leading to fatal consequences. The problem of reliable data storage is complex and algorithmically and circuit successfully solved today. However, the developers almost have ignored the problem of possible failures in the performance of standard electronic parking the read / write heads

procedures. Given the complexity of the drive control system hard drive there is quite likely situation with the refusal of this system, which leads to destruction heads and the working surface of the discs. The article analyzes the known approaches to staffing and emergency (in case of supply voltage failure) parking block heads and offered a new solution to an emergency parking problem at any dysfunction in the servo control circuits. Connecting the system does not require the dismantling of basic electronics and does not overload the internal power supply, i.e. the system is an effective application which improves the reliability of livelihoods computer hard disks.

**Keywords:** *hard disk drive; reliability; accident; heads parking*

#### References

1. Korzeniowski, S.R. (2010). *A look at the hard disk drive from the "inside."* Glossary. Second Publication. K.: EPOS, 288.
2. Ed. Korzeniowski S.R. (2005). *Information Security. Information policy and tehnology.* K.: EPOS, 128.
3. Korzeniowski, S.R. (2006). *Secure data storage on hard disk drives. Part 1.* K.: EPOS, 192.
4. Potemkin, I.S. (1988). *The functional components of digital automatics.* M.: Energoatomisdat, 320.
5. Gutnikov, V.S. (1988). *The integrated electronics in the measuring devices.* L.: Energoatomisdat, 304.
6. Shilo, V.L. (1997). *Popular digital circuits. Directory.* M.: Radio and Communications, 352.
7. Lazarev, V.G. & Piil, E.I. (1978). *Synthesis of control automatics devices.* M.: Energy, Moscow, 408.
8. Alekseenko, A.G., Kolombet, E.A. & Starodub, G.I. (1985). *The use of high-precision analog mikroskhem.* M: Radio and communication, 304.
9. Zabudskii, E.I. (2008). *Electric machines. Part 3. Synchronous machines. Textbook for high schools.* Moscow: MSAU, 195.
10. Zirlov, V.L. (2008). *Fundamentals of Information Security (short course).* Rostov-on-Don: Phoenix Publishing House, 253.
11. Mueller, S. (2007). *Upgrading and Repairing PC = Upgrading and Repairing PCs. 17 ed.* M.: Williams, 653. ISBN 0-7897-3404-4.
12. Kasperski, K. (2006). *Data Recovery. Practical guide.* Petersburg: BHV, 352.

#### Посилання на публікацію

- APA Skidanov, Vladimir, Inosov, Sergei & Samojlenko, Mikola (2017). *Improving the reliability of the servomotor on the basis of asynchronous permanent magnet motors. Management of development of complex system*, 29, 204 – 210. [in Ukrainian].
- ГОСТ Скіданов В.М. Підвищення надійності сервоприводів на базі синхронних двигунів з постійними магнітами [Текст] / В.М. Скіданов, С.В. Іносов, М.І. Самойленко // *Управління розвитком складних систем.* – 2017. – № 29. – С. 204 – 210.