

О. В. ПОРИЦЬКИЙ

ЗАСТОСУВАННЯ МОДУЛЯЦІЙНИХ МАГНІТНИХ ГОЛОВОК У ПРИСТРОЯХ АВТОМАТИКИ

В останні роки успішно розвивається принципіально новий технічний напрям у застосуванні методів і засобів магнітного запису в автоматичі. В основі його лежить застосування жорсткого кінематичного зв'язку між відносним рухом магнітної сигналограми (на якій записано програму чи іншу інформацію, необхідну для нормальної роботи системи) і рухом виконавчих органів об'єкта автоматизації.

При використанні цього принципу часто виявляється можливим побудувати відносно прості, надійні та зручні в експлуатації датчики положення, шляху, швидкості і на цій основі вдало розв'язувати задачі автоматизації об'єктів, які не піддаються звичайним схемам автоматизації або потребують для здійснення цих схем надмірно складного і коштовного обладнання.

Основні переваги таких систем: 1) висока точність подачі команд, обумовлена жорстким кінематичним зв'язком магнітного носія (або магнітної головки) та виконавчих органів і можливістю запису магнітних імпульсів (відбитків) малої довжини; 2) відносна швидкість переналагоджень системи (стирання старої та записування нової програми); 3) можливість використання безконтактних методів запису і відтворення; 4) придатність для роботи у важких умовах експлуатації; 5) висока надійність.

Практичне здійснення пристроїв автоматики, які ґрунтуються на цьому принципі, стало можливим внаслідок успішного виконання ряду науково-дослідних робіт.

Одним з основних завдань було створення відтворювальних головок, які надійно працюють при широкому діапазоні зміни швидкості носія (від нуля до десятків метрів за хвилину). Як відомо, відтворювальні головки індукційної системи, що широко застосовуються в техніці магнітного запису, є перетворювачами «швидкісного типу» (їх віддача пропорційна швидкості зміни магнітного потоку в осерді: $e = -kd\Phi/dt$). Тому при відтворенні послідовності

імпульсів напруга на виході такої головки пропорційна швидкості руху носія. Практично це означає, що індукційні відтворювальні головки не можна використовувати при швидкостях носія менших за 2—3 см/сек.

Аналогічні завдання розв'язуються в техніці магнітного запису на основі застосування різних систем потокочутливих головок, віддача яких пропорційна величині магнітного потоку в осерді ($e = k\Phi$) і тому, у певних межах, не залежить від швидкості руху сигналорами та частоти сигналу.

На практиці застосовують дві основні системи потокочутливих головок: 1) головки з напівпровідниковими чутливими елементами, яким властиві гальваноманітні ефекти (наприклад, ефект Холла); 2) модуляційні магнітні головки (скорочено ММГ), що ґрунтуються на принципі модуляції магнітним потоком сигналорами високочастотного магнітного потоку збудження, який примусово створюється в магнітному колі головки за допомогою спеціальних обмоток.

На жаль, усі відомі до початку роботи системи таких головок характеризувалися малою віддачею (одиниці або навіть частки мілівольта) і нестійкістю в роботі [1]. Тимчасом системи автоматики працюють в умовах, коли можливі різні зміни живильних напруг, сильні наведення на сполучні лінії, поштовхи і вібрації внаслідок спрацьовування різних виконавчих пристроїв. Тому для підвищення стійкості проти перешкод і надійності роботи системи бажано мати високий рівень сигналу від датчиків.

У 1956 р. на кафедрі акустики та звукотехніки КПІ були вперше сформульовані основні принципи розробки ММГ з підвищеною віддачею [2]. У 1957—1958 рр. в Інституті автоматики Держплану УРСР були успішно випробувані перші дослідні зразки таких головок [3].

Модулятор ММГ з високою віддачею являє собою мостову схему з резонансним настроюванням плечей моста (рис. 1,а). В одну з діагоналей моста подається напруга збудження, а з другої — знімається вихідний сигнал.

Резонансне настроювання моста дає можливість значно (приблизно на два порядки) підвищити напругу другої гармоніки. Слід підкреслити, що зростання віддачі при резонансному настроюванні моста значно більше за електричну добротність контура модулятора. Пояснення цього слід шукати у внутрішньому зворотному зв'язку, який посилює підмагнічування модулятора струмами другої гармоніки [4].

Перший зразок ММГ мав ряд конструктивних і технологічних недоліків. Наприклад, використання в модуляторі тонкого феритового кільця збільшувало розміри і знижувало механічну міцність головки. Спроби замінити феритове кільце пермалоевим закінчилися невдачею внаслідок значного залишкового намагнічування пермалою при перехідних процесах вимикання.

Використання запропонованого І. В. Вагнером розрізного пермалоевого модулятора дало можливість зменшити розміри і споживання

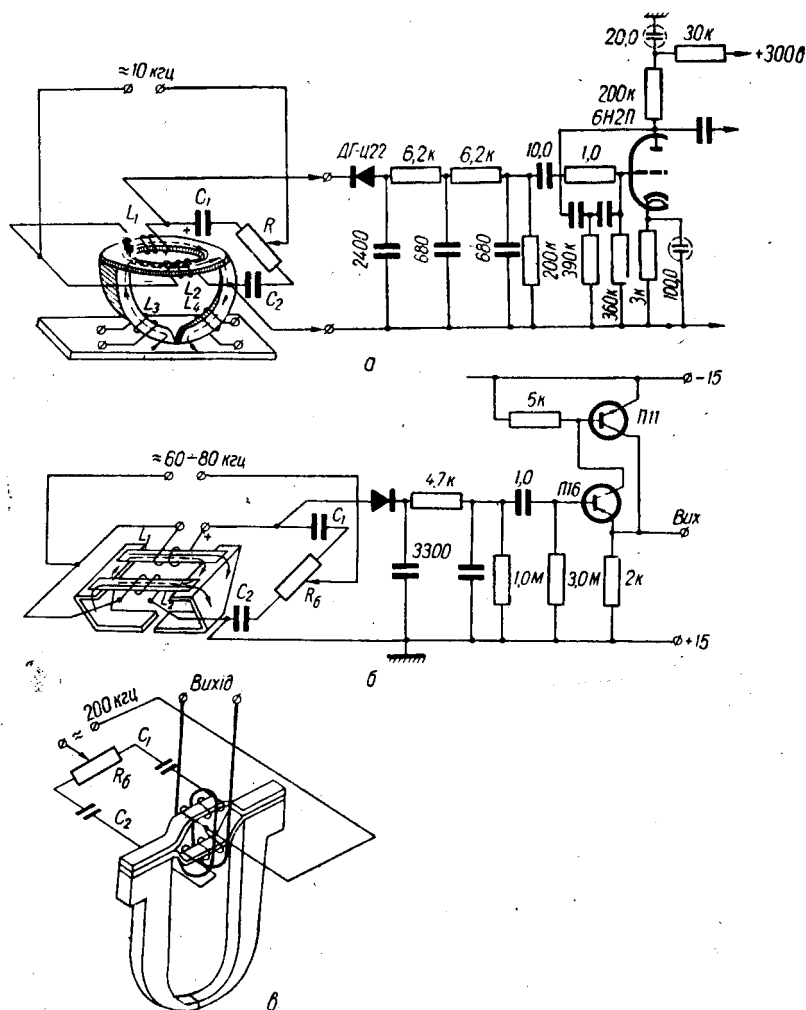


Рис. 1. Основні принципи конструкції і схеми вмикання модуляційних головок:

а — ММГ з феритовим тороїдом (1957—1958 рр.); б — ММГ з пластинчастим пермалоевим модулятором (1962 р.); в — елемент багатодоріжкової широкопasmової ММГ (1964 р.).

вання енергії та дещо розширити частотний діапазон ММГ (рис. 1,б) [5].

Найбільший внесок у подальше поліпшення конструкції і робо-

чих параметрів ММГ зробила група співробітників Інституту кібернетики АН УРСР, яка працювала під керівництвом Б. Б. Тимофєєва та А. І. Таранухи. Застосування модулятора з тонкої пермагнетної фольги та деякі зміни у схемі та конструкції магнітного кола дали можливість створити багатодоріжкову широкосмугову ММГ, основні параметри якої такі: 20 доріжок на стрічці завширшки 35 мм; вихідна напруга — 3–10 в з доріжки завширшки 1 мм; ширина смуги частот — від 0 до 50 кГц; тобто параметри значно

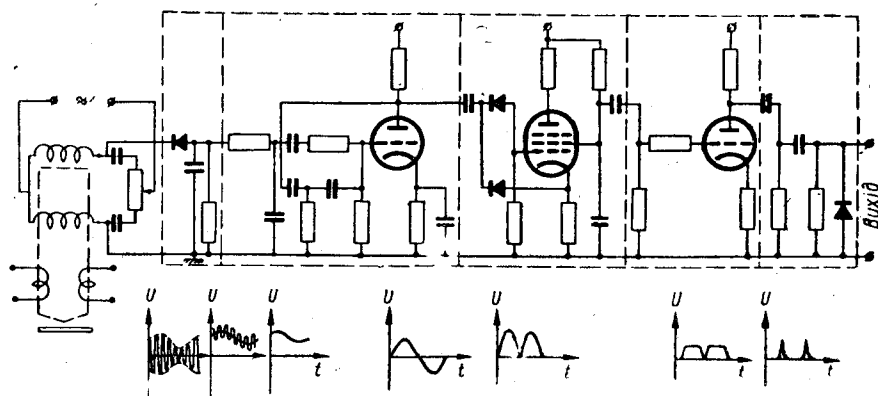


Рис. 2. Спрощена принципіальна схема датчика переміщення «магнітна лінійка».

вищі, ніж у аналогічних головок зарубіжних розробок (рис. 1, в) [4].

Розробка першого дослідного зразка ММГ з високою віддачею дала можливість створити перші елементи автоматики з жорстким кінематичним зв'язком відносного руху сигналограми та виконавчих органів.

У 1957—1958 рр. в Інституті автоматики Держплану СРСР було розроблено лабораторний дослідний зразок датчика переміщень для металорізальних верстатів з програмним керуванням, умовно названий «магнітна лінійка» [6]. Лінійку датчика зроблено з латуні, на якій гальванічним способом осаджено тонкий шар феромагнітного покриття (сплав NiCo, тип I). На лінійці записувалось гармонічне коливання, причому густина запису досягала 25 повних періодів на 1 мм довжини носія. Таким чином, довжина кожної півхвилі та запису відповідала масштабній позначці — 0,02 мм. Сигнал з виходу ММГ після детектування надходив на спеціальний формувальний пристрій, на виході якого виникали короткі імпульси при просуванні лінійки на відстань, яка дорівнює довжині півхвилі запису. Спрощену принципіальну схему датчика наведено на рис. 2.

У 1958 р. у тому ж інституті було розроблено датчик положення «магнітні упори» для системи програмного керування токарно-револьверним верстатом 1341П заводу верстатів-автоматів ім. О. М. Горького [7]. Розробкою системи програмного керування керував канд. тех. наук Г. А. Спину. Окремі напрямки вели інженери Ю. І. Кобус, В. Є. Гізила, Є. Г. Єрошевич, О. В. Порицький.

Основна програма цього верстата, тобто інформація про послідовність усіх операцій, зберігається на перфокарті. Частина програми, яка стосується розмірів деталей (магнітні мітки, які визначають місце зупинки супорта при кожному переході), записується на доріжках, розміщених вздовж твірної магнітного барабана: Запис провадиться під час налагоджування верстата натискуванням кнопки на пульті керування. При цьому спеціальна схема посилає імпульс в обмотки запису універсальної ММГ. ММГ встановлена на полозках і так кінематично зв'язана з верстатом, що будь-яке переміщення супорта або поворот револьверної головки спричинює відповідне переміщення ММГ вздовж барабана. Після записування кожного імпульсу храповий механізм повертає магнітний барабан на один крок (на наступну доріжку).

Під час роботи в автоматичному режимі черговий перехід триває доти, доки головка не «наїде» на записаний раніш імпульс. При цьому супорт перебуватиме точно в тому ж положенні, що й під час записування програми. Потім зчитаний головний імпульс дає команду на зупинку супорта і підготовку до наступного переходу.

Однією з найважливіших переваг такої системи є мобільність у переналагоджуванні, тобто можливість швидко стерти непотрібну і записати нову програму.

Завод верстатів-автоматів ім. О. М. Горького випустив дослідну партію таких верстатів. Верстат викликав великий інтерес у спеціалістів як нашої країни, так і за кордоном (його неодноразово демонстрували на зарубіжних виставках).

Функціональну схему датчика положення «магнітні упори» наведено на рис. 3.

На початку 60-х років визначився новий центр по розробці методів практичного використання ММГ в автоматичці, а саме: колектив однієї з лабораторій Луганського філіалу інституту «Діп-провуглеавтоматика», який працює під керівництвом інж. Ю. Г. Євтухова і підтримує тісний зв'язок з КІП.

Один з основних напрямів роботи цієї лабораторії — розвиток методів і засобів автоматички, які ґрунтуються на магнітному записі на неспеціальних носіях. Під цим терміном розуміють сталеві троси, мірний дріт, рейки та будь-які інші деталі машин, виготовлені з магнітних матеріалів.

За короткий час ця лабораторія розробила кілька зразків модуляційних головок і відповідних електронних схем (у напівпровід-

никовому виконанні), придатних для роботи в тяжких умовах експлуатації; розробила і перевірила на практиці кілька конструкцій записуючих і стираючих головок; дослідила магнітні властивості ряду конструкційних сталей [8].

В результаті досліджень встановлено, що більшість марок сталей мають непогані з погляду магнітного запису властивості: коерцитивна сила $-20 \div 40$ (до 100) $\frac{10^3}{4\pi}$ ав/м; магнітна індукція $(8000 \div 16000) 10^{-4}$ тл; коефіцієнт прямокутності $-0,7 \div 0,8$. Крім того, більшість матеріалів виявилась здатною довго збе-

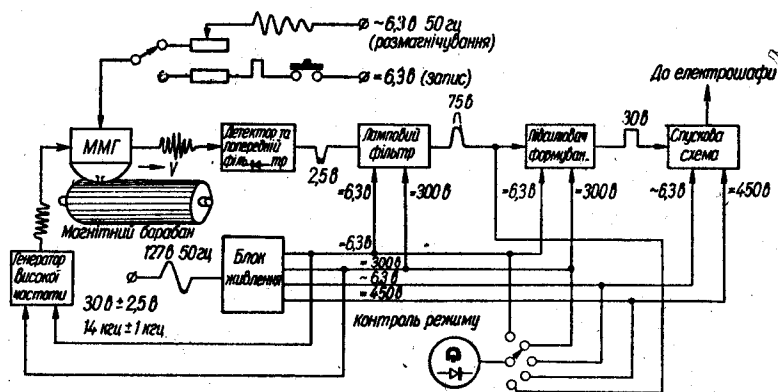


Рис. 3. Функціональна схема датчика положення «магнітні упори».

рігати магнітні мітки під час роботи з важкими механічними напруженнями (сталі троси — до 1 року).

Лабораторія запропонувала нову схему побудови засобів автоматизації з використанням ММГ. На відміну від описаних вище систем з попереднім нанесенням магнітних міток запропоновано систему з безперервним повторенням процесів «запис — відтворення».

Записуюча головка, винесена трохи вперед по ходу руху машини або її рухомого вузла, періодично наносить магнітні відбитки на деталь, яку використовують як носій запису (дріт, трос, рейка, напрямний полозок тощо). Після того, як цієї ж мітки досягає відтворююча головка, в систему надходить сигнал про те, що задану відстань пройдено. Після цього мітка стирається.

Залежно від способу порівнювання сигналів під час записування і сигналів відтворювання можна робити висновок про положення виконавчого органу в даний момент, про величину пройде-ного ним шляху або про його швидкість (рис. 4).

За цим принципом побудовані розроблені Луганським філіа-

лом інституту «Діпровуглеавтоматика» дослідні зразки таких, здавалось би, дуже відмітних один від одного приладів, як системи автоматики швидкохідної сівалки для квадратно-гніздової сівби, вимірювача швидкості (індикатора проковзування) гумотросових конвейєрних стрічок і попередній макет датчика швидкості та шляху рейкового транспорту [8].

Основні параметри датчиків положення шляху і швидкості — це насамперед роздільна здатність, яка відбиває максимально досягнуту густину запису на одиниці довжини носія ρ і точність подачі сигналу при зчитуванні імпульсів Δx .

Залежно від конкретних умов ці величини можуть коливатись у широких межах від $\rho < 25 \text{ імпл/мм}$ і $\Delta x \geq 1 \div 3 \text{ мк}$ (при засто-

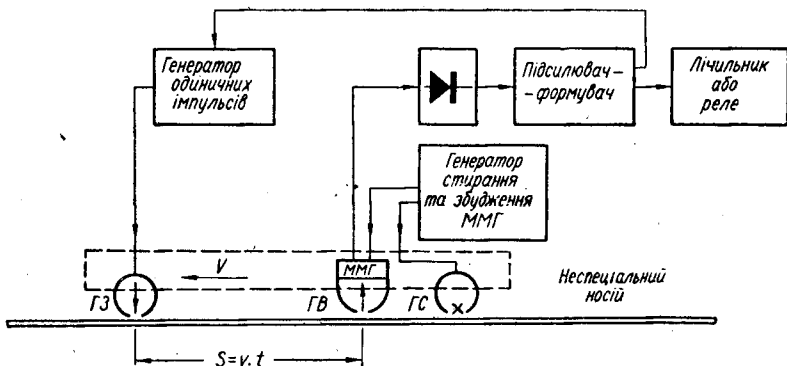


Рис. 4. Блок-схема побудови датчика шляху з безперервним повторенням процесу «запис — відтворення» (запис чергового імпульсу відбувається при зчитуванні попереднього).

суванні спеціальних гальванічних покриттів деталей) до $\rho \leq 25 \text{ імпл/м}$ і $\Delta x = 1 \text{ см}$ (на товстих сталевих канатах $\varnothing 25\text{—}50 \text{ мм}$).

Оцінюючи далі перспективи застосування ММГ, слід мати на увазі, що сучасні багатодоріжкові модуляційні головки, не поступаючись перед індукційними щодо таких важливих параметрів, як частотний діапазон і поперечна густина запису, мають ряд важливих переваг: високу віддачу, незалежність віддачі від швидкості носія і відсутність диференціювання відтвореного сигналу.

Це дає можливість значно удосконалити звичайні рулонні апарати магнітного запису, які широко застосовуються в автоматичній програмі для програмування і контролю. При розробці такої апаратури часто виникають питання, зв'язані з особливостями процесу відтворення довгих хвиль або послідовності імпульсів модуляційними головками, наприклад питання боротьби з осциляціями частотної характеристики або імпульсними перешкодами, що виникають внаслідок одночасного читання двох, трьох імпульсів по одній доріжці.

Ці питання тепер також докладно досліджені в спеціальній літературі.

Зараз в основному підготовлена науково-технічна база для широкої розробки та застосування засобів магнітного запису з використанням ММГ у різних пристроях автоматики. Різноманітність відомих тепер розробок у цій галузі переконливо підкреслює перспективність цього технічного напрямку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Порицкий О. В. Воспроизводящие магнитные головки, чувствительные к потоку.— Труды секции звукотехники и электроакустики. Укр. отд. НТОРиЭ им. А. С. Попова, вып. 1. К., 1958.
2. Порицкий О. В. Воспроизводящая модуляционная магнитная головка. Авторское свидетельство СССР № 114007, кл. 42Д 10⁰¹, с приоритетом от 3.I 1956 г.— «Бюллетень изобретений», 1958, № 7.
3. Порицкий О. В. Воспроизводящая головка с магнитным усилением.— «Автоматизация и приборостроение». Сб. тр. Ин-та автоматики. Госплана СССР, вып. II. К., 1961.
4. Тимофеев Б. Б., Тарануха А. И., Порицкий О. В. Широкополосные модуляционные магнитные головки с высокой отдачей.— Инф. научно-технический сборник «Автоматика и приборостроение» № 4(20). К., 1964.
5. Вагнер П. В. Магнитная головка с разрезным пермаллоевым модулятором. Инф. листок № 46 БТИ Киевского СХХ, 1960.
6. Порицкий О. В., Спыну Г. А. Датчик перемещений. Авторское свидетельство СССР, № 114829, кл. 42в, 3; 42,3₅₀ с приоритетом от 15.IX 1957 г.— «Бюллетень изобретений», 1958, № 8.
7. Спыну Г. А., Порицкий О. В. Датчик перемещения. «Магнитные упоры».— «Автоматизация и приборостроение». Сб. тр. Ин-та автоматики Госплана УССР, вып. I. К., 1958.
8. Порицкий О. В., Евтухов Ю. Г. Применение магнитной записи на специальных носителях в автоматике.— Тезисы доклада на конференции «Киевские ученые и работники промышленности, строительства и транспорта в борьбе за ускорение технического прогресса и повышение эффективности производства». К., 1965.

О. В. ПОРИЦКИЙ

ПРИМЕНЕНИЕ МОДУЛЯЦИОННЫХ МАГНИТНЫХ ГОЛОВОК В УСТРОЙСТВАХ АВТОМАТИКИ

Краткое содержание

Изложены основные принципы нового технического направления в использовании методов и средств магнитной записи в автоматике. В основе этого направления лежит применение жесткой кинематической связи между перемещением магнитной сигналограммы и исполнительного органа объекта автоматизации.

Практическое осуществление соответствующих систем автоматики стало возможным благодаря развитию техники модуляционных магнитных головок.

Приводится краткий обзор опубликованных работ автора в этой области.

O. W. PORITZKY

USE OF THE MODULATION MAGNETIC HEADS
IN THE AUTOMATIC DEVICES

S u m m a r y

The article gives an account of the general principles of the new technical direction in the use of the methods and means of magnetic recording in automatics. This direction is founded on the application of the hard cinematographical connection between the displacement of magnetic signalgram and executive organ of the automatization object. Practical realization of the corresponding systems of automatical became possible owing to the development of the technics of the modulation magnetic heads.

The article gives the survey of the author's published works in this sphere.