

## СУБМІКРОСКОПІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТАЛОПОЛІМЕРНОЇ МАГНІТНОЇ СТРІЧКИ

ВИТВИЦЬКИЙ В.М., МАЛАЩУК Н.С., студ., ГЕРАСИМОВ Г.В. с.н.с.  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

*Приведено коротку історичну довідку та складено таблицю фізико-хімічних властивостей сучасної металополімерної магнітної стрічки, описано проведений експеримент по вивченню субмікрорельєфу та показана механічна деструкція робочого шару композиційної стрічки.*

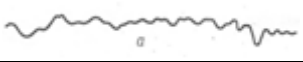


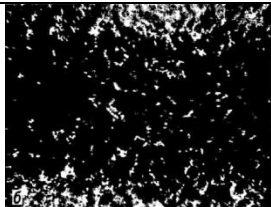
Магнітний запис виник більш як сто років тому. Наведемо коротку довідку про його розвиток. 1898 р – рік заснування КПП, вважають роком народження магнітного запису – візуалізації магнітних полів за допомогою залізної тирси. У 1921 р – виникла перша пропозиція по створенню двошарового носія магнітного запису з металевим робочим шаром. В 1934-36 рр – фірма “IG Farben” (Німеччина) випустила першу промислову партію магнітних стрічок, у яких на підкладку із ацетилцелюлози наносили робочий шар, що містив порошок карбонільного заліза. Потім був використаний порошок магнетит ( $Fe_3O_4$ ), а після – порошок гама-оксиду заліза ( $\gamma-Fe_2O_3$ ). Тоді ж був створений апарат, спеціально для роботи з магнітною стрічкою, який отримав назву "магнітофон". 40 р – почався випуск полівенілхлоридних стрічок. 50-ті рр – період особливо інтенсивного розвитку магнітного запису (запис ТБ передач, в ЕВМ, в системах програмного управління і ін.). В цей час остаточно склався тип двошарової порошкової стрічки. В якості матеріалу підкладки почав використовуватись поліетилентерефталат (вітчизняна фірмова назва – лавсан), який володіє більш високою міцністю і стабільністю розмірів, ніж ацетилцелюлоза; стали широко використовуватись порошки з голчастими частинками. В 60-70-ті рр – розвиток носіїв магнітного запису продовжувалось. Був створений новий магнітний порошок, який складається з діоксиду хрому ( $CrO_2$ ), з'явилися нові модифікації порошоків оксиду заліза з більш мілкими частками і з додаванням кобальту. Був стандартизований єдиний формат магнітної стрічки.

В 71 р – був прийнятий новий ГОСТ 17204-71 позначення типів магнітних стрічок буквено-цифровим кодом, наприклад А4615-6Р; А4205-3Б; Т4412-50; В4513-12; І4417-25. Буква, з якої починається позначення, визначає призначення – область застосування стрічки: А – для запису звуку; Т – для відеозапису; В – для обчислювальної техніки; І – для інструментальної техніки. Перша цифра чотиризначної групи цифр, наступна за початковою літерою, визначає матеріал основи: 2 – діацетат целюлози; 3 – триацетат целюлози; 4 – поліетилентерефталат (ПЕТ). Друга цифра чотиризначної групи цифр заокруглено визначає номінальну товщину стрічки в десятках мікрон (мкм): 2 – для стрічок товщиною 15...20; 3 – 20...30; 4 – 30...40; 5 – 40...50; 6 – 50...60; 9 – до 150. Третя і четверта цифри разом визначають номер технологічної розробки – від 01 до 99. Після чотиризначної групи цифр через дефіс слідує заокруглена номінальна ширина стрічки (мм): 3 – для стрічок шириною 3,81; 6 – 6,3; 8 – 8; 12 – 12,7; 19 – 19,05; 25 – 25,4; 35 – 35; 50 – 50,8; 70 – 70. Потім слідує уточнюючі буквено-цифрові позначення, наприклад, буква Б – у стрічок для побутового (аматорського) запису, Р – у стрічок для професійного запису звуку в радіомовленні, П – у перфорованих магнітних стрічок і т.п.

76 р – 45-річчя самого великого в Європі Шостинського (Україна) хімкомбінату надчуттєвих матеріалів, який розміщений на 250 га, включає в себе НДІ, філіали, КБ, що нараховують 12 тис. співробітників, четверта частина з яких щорічно випускала 5 млрд погонних метрів магнітної стрічки. Відмітимо, що серед них були випускники КПП факультетів ХТФ і ФХМ. В цей же час з'явився так званий касетний запис, суттєвою ознакою якого являлись

оперативність і щільність запису на одиницю маси і об'єму носія. В касетах стали застосовувати дуже тонкі магнітні стрічки (товщиною 9 мкм). Нагадаємо, що промислове виробництво магнітних стрічок в минулому Союзі було почато в 1954р. саме в м. Шостці. Нижче приведено фізико-механічні особливості сучасних магнітних стрічок (Табл.1) [1,2].

Таблиця 1. Основні поняття, терміни, визначення та характеристики магнітних стрічок

Хіміко-структурні характеристики	Формула хімічна	$Fe$	$\gamma Fe_2O_3$	$Fe_2O_3+CO$	$CrO_2$	$Ba Fe_{12}O_{19}$
	Назва	залізо	гама-оксид	ферит барію	оксид хрому	ферит барію
	Тип решітки	кубічна об'ємно-центрована	шпінель	шпінель	кубічна типу рутила	гексаго-нальна
	Щільність, $г/см^3$	7,9	5,0	5,0	4,9	5,3
	Форма	голчаста	голчаста	голчато-сферична	голчаста	пластинчаста
	Розмір середній, мкм	0,125	0,35	0,3	0,3	0,08
Фізико-механічні властивості стрічок	Властивості		Орієнтована		Неорієнтована	
	Товщина робочого шару, мкм		5,1		6,75	
	Коефіцієнт тертя в момент зсуву з місця стрічки		0,23		0,35	
	Коефіцієнт тертя в встановленому режимі тертя		0,36		0,40	
	Мікротвердість, $H/мм^2$		132		114	
	Мікрошероховатість, мкм					
	- вздовж стрічки		0,6		1,02	
	- впродовж стрічки		1,4		0,97	
	Поверхня носіїв					

Дана робота посвячена вивченню субмікрорельєфу магнітної стрічки І 4304, що вивчався на електронному мікроскопі типу УЕМВ-100 В [3, 4]. Електронно-мікроскопічні дослідження морфологічних змін поверхні тертя стрічок проводились за допомогою методу вакуумно-напиленних реплік, що включає в себе декілька етапів: приготування реплік, відтінення їх, перегляд, фотографування і аналіз. Підготовлені до напилення зразки попередньо знежирювались і очищались, після чого проводилося їх напилення на вакуумному універсальному посту ВУП - І.

Напилення вуглецем виконувалось за методом Бредлі [3] та самовідтінення репліки (кут напилення складав біля  $35^\circ$ , вакуумне - не більше  $5 \cdot 10^{-4}$  мм рт. ст. за іонізаційним манометром при силі струму 90...100 А власне в момент розпилення) відділялися від субстрату за допомогою крапельок підігрітого водного розчину желатини (концентрація 30...40 %) з наступним розчиненням його у розчині роданистого калію і промиванням реплік в дистильованій воді. Відразу після розчинення шару желатини вугільна плівка виловлювалась попередньо очищеною сіткою і просушувалась на фільтрувальному папері. Приготовлені і відтінені репліки з поверхні досліджуваних зразків стрічок проглядалися і фотографувалися на

УЕМВ-100 В з роздільною здатністю  $10 \text{ \AA}^\circ$ , при збільшенні приладу у  $10000$  разів. Нами було проведено дослідження зміни структури робочого шару стрічки в процесі тертя на прикладі стрічки І 4304, як нової так і спрацьованої, що у процесі роботи зтиралась об пластинчастий і циліндричний зразки з алюмінію з кутом огинання  $100^\circ$  та пройшла відповідно  $5000$ ,  $7000$  та  $10000$  прогонів зі швидкістю  $76,2 \text{ см/с}$  при навантаженні  $0,5 \text{ Н}$  [5]. Були зняті мікрофотографії робочого шару зазначеної стрічки (рис. 1).

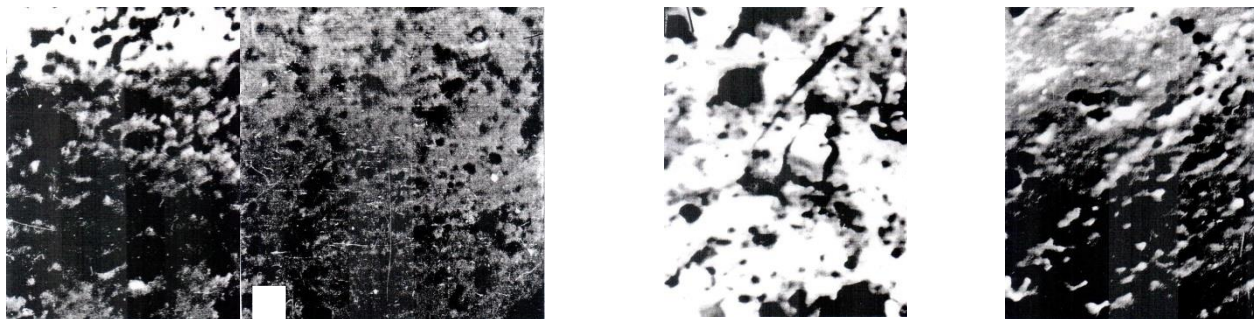


Рис.1. Електронні мікрофотознімки поверхонь магнітної стрічки І 4304 після різного числа прогонів по дюралевому циліндричному зразку,  $\times 10000$ : *a)* - нова стрічка; *б)* - після 31 прогону; *в)* - після 5000 прогонів; *г)* - після 7500 прогонів.

Аналіз електронно-мікроскопічного дослідження магнітної стрічки показав, що на початку роботи в робочому шарі внаслідок тертя відбувається різко виражені зміни об'ємної концентрації, структури, розміру, форми та, очевидно, поверхневих властивостей кристалів магнітного порошку у в'язучому.

Магнітна стрічка *a)* відрізняється різною висотою нерівностей, обумовленої різною дисперсністю феромагнітного шару [4]. Процес абразивного зносу металевго зразка *б)* супроводжується не тільки зміною геометрії поверхні стрічки, але і радикальною перебудовою зазначених параметрів. В процесі тертя локальні тиски і порушення захисту сполучених поверхонь призводить до значного зближення ювенільних поверхонь і утворення металічних та адгезійних зв'язків, зміцнення і руйнування яких є причиною появи більш грубого, ніж вихідний, рельєфу, викришування ферочастинок, впровадження монокристалів контртіла, виникнення мікротріщин у в'язучому *в)*. У сталому режимі, внаслідок втомних перевантажень, впливу тепла, поверхневого диспергування, супроводжуваного утворенням продуктів деструкції та інших явищ, поверхневий шар стрічки пластично деформується, чітко проявляються сліди текстури, за якими дрібно розсипається проміжний шар і на яких осідають забруднення і продукти зносу, як металу, так і полімеру *г)*.

Можна помітити, що у процесі роботи композиційної стрічки ферочастилки не стільки руйнуються, як вдавлюються в м'який полімерний шар або викришуються, поступаючи місцем новим. Також за результатами експерименту можна рекомендувати обов'язкове припрацювання магнітної стрічки до початку її експлуатації.

#### Література

1. Ю.А. Василевский. Носители магнитной записи. — М. : Искусство, 1989. — 288 с.
2. Г.В. Авилов. Изготовление магнитных лент для кинематографии. — М. : Искусство, 1973. — 230 с.
3. Bradley D.E., Plastic – Carbon Replicas, Brit. J. Appl. Phys., 5,65,96 (1954).
4. Н.К. Якобсон. Электронномикроскопическое изучение ультра тонких срезов магнитных лент. Известия АН СССР, т.XXXII, №7. Серия физическая, 1968.
5. М.С. Тривайло, Г.В. Герасимов, В.Г. Сиваш. Влияние физико-механических свойств и условий трения магнитных носителей на их эксплуатационную надежность. Методы исследования и обеспечения высокой точности и надежности современных приборов. Киев, 1973. — с.25...27.