

перетворенні у рекурентні формули на часовій сітці.

На основі цієї моделі розроблено та налагоджено програму на алгоритмічній мові Fortran – 90, за допомогою якої отримано цифрові дані та графіки зміни напруженостей магнітного поля, швидкості руху та радіусу оболонки за часом. Досліджено вплив геометричних й електрофізичних характеристик, параметрів імпульсів зовнішнього магнітного поля на деформацію оболонки. Розрахунки за реальними вихідними даними узгоджуються з результатами експериментів на пристроях для МІОМ та підтверджують адекватність математичної моделі.

**Список літератури:** 1. Баткилин Я.М., Михайлов В.М. Одномерные задачи импульсного проникновения электромагнитного поля в движущиеся проводники // Известия вузов. Электромеханика. – 1980. – №12. – С.1257-1262. 2. Михайлов В.М., Письменный Э.И. Импульсное магнитное поле массивного соленоида с движущейся проводящей оболочкой // Известия АН СССР. Энергетика и транспорт. – 1978. – №5. – С.73-78. 3. Михайлов В.М., Руденко Ю.С. О применении точек зрения Эйлера и Лагранжа на движение в расчетах импульсных электромагнитных полей // Известия вузов. Электромеханика. – 1987. – № 10. – С.5-10.

УДК 620.179.14

**КИМ М. Л., ЛУБЯНИЙ Л. З.**, проф., канд. техн. наук

## **ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ БАГАТОШАРОВИХ ПЛІВКОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЗІ СХРЕЩЕНИМИ ОЛН**

Серед сучасних технічних засобів чимало пристроїв і об'єктів, робота яких заснована на взаємодії з магнітним полем або в яких останнє використовується в якості керуючого середовища.

Були розроблені багатошарові смуги зі схрещеними осями легкого намагнічування. Встановлено, що у феромагнітних шарах реалізується однодоменний стан, стійкість якого обумовлена замиканням потоку уздовж короткої сторони смужки. Цей стан зберігається при зміні зовнішнього поля, прикладеного вздовж довгої сторони смужки, від насичення до негативного порогового поля перемикання –  $H_p$ . Перемагнічування відбувається практично без гістерезису. Магнітоопір  $dp/p$  змінює знак при зміні напрямку поля. Перемикання плівки в негативному полі вище порогового  $H_p$  здійснюється шляхом зародження і зростання доменів зворотної намагніченості з одночасним утворенням крайових доменів. Краєві домени можуть бути відповідальними за збільшення порогового поля  $H_p$  при зменшенні ширини смужки. Просування доменів приводить до необоротного перемагнічування в негативному полі вище порогового, що супроводжується стрибкоподібною зміною  $dp/p$ .

Розглянуті перспективи використання плівок з схрещеними вісями намагнічення у вимірювальній техніці і в техніці запису інформації. Перевагою вказаних плівок є можливість виготовлення датчиків поля, які дозволяють визначати не лише величину, але і знак поля без використання зміщуючих пристроїв. Магнітна пам'ять побудована на магніторезитиних елементах з схрещеними вісями легкого намагнічування, для свого функціонування не вимагає великих струмів через елемент.

В результаті проведеного аналізу показано, що при перемагнічуванні зразка товщиною 50 мкм при куті повороту 30 градусів досягається найбільше змінення магнітоопору, перемагнічування відбувається одним стрибком та значення поля переключення найбільш стабільне, тому в якості порогового елемента рекомендовано використання цього зразка.

УДК 536.248.1; 539.26; 538.971

**КОНОТОПСКИЙ Л. Е., БУГАЕВ Е. А.**, старш. наук. співр.,  
канд. фіз.-мат. наук

### **ВНУТРЕННИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В АМОРФНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ПЛЕНКАХ, ОСАЖДЕННЫХ НА КРЕМНИЕВЫЕ ПОДЛОЖКИ**

Углеродные покрытия отличаются исключительно высокими механическими свойствами и трибологическими характеристиками. Трибологические свойства углеродных пленок осажденных на заземленную кремниевую подложку методом прямого магнетронного распыления, в том числе определяются уровнем сжимающих напряжений. Механические недостатки приводят к образованию осколков в дорожке износа, что резко повышает износ пленки [1]. Поэтому исследование развития внутренних напряжений и их источника с целью их уменьшения является важной задачей.

Для определения уровня внутренних напряжений в пленках углерода методом прямого магнетронного осаждения изготовлена серия образцов однослойных углеродных пленок разной толщины на кремниевых подложках. Измерив радиус кривизны кремниевой подложки в исходном состоянии и после осаждения, по формуле Стоуни рассчитывались внутренние напряжения [2]. Радиусы кривизны кремниевых подложек определялись на оптическом профилометре ZYGO и рентгенографическим методом. Для повышения чувствительности рентгенографического метода измерения радиуса кривизны, кремниевые подложки были предварительно утонены. Радиусы кривизны, измеренные на оптическом профилометре ZYGO и рентгенографическим методом, отличаются на ~10%. Определен характер зависимости уровня внутренних напряжений в пленках углерода на кремниевых подложках от