

## НАРОДЖЕННЯ ВИХОР-АНТИВИХРОВОЇ ПАРИ В МАГНІТНОМУ НАНОДИСКУ У ВИХРОВОМУ СТАНІ

**В.П. Кравчук<sup>1</sup>, Ю.Б. Гайдідей<sup>1</sup>, Д.Д. Шека<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова  
03680 Київ, вул. Метрологічна 14-б*

<sup>2</sup> *Київський національний університет ім. Тараса Шевченка  
01601 Київ, вул. Володимирська, 64  
e-mail: vkravchuk@bitp.kiev.ua*

Ферромагнітні частинки, розмір яких є проміжним між одно- та багатодоменним станами ( $10^{-8}$ - $10^{-5}$  м) є сьогодні предметом все зростаючого інтересу. Внаслідок конкуренції між обмінною та магнітостатичною взаємодіями, мінімуму магнітної енергії такої частинки, зазвичай, відповідає суттєво неоднорідний розподіл намагніченості. Основним станом частинок симетричної форми, як правило, є вихровий стан. Останній є перспективним кандидатом для використання в якості біту інформації, оскільки є виродженням по дискретному параметру, який може приймати лише два можливі значення  $p=\pm 1$  – полярності вихору. На сьогодні запропоновано кілька механізмів контрольованого перемикавання полярності магнітного вихору [1-4]. В кожному із цих механізмів перемикавання відбувається через проміжний процес народження вихор-антивихрової пари (ВАВП) на фоні вже існуючого вихору. Розуміння механізму та умов появи ВАВП є ключовим для теоретичного опису процесу перемикавання полярності. Нещодавно з'явилися роботи [5,6], в яких стверджується, що в *універсальному* критерієм народження ВАВП є досягнення осердям вихору певної критичної швидкості, яка визначається матеріальними параметрами магнетика.

Використовуючи мікромагнітні моделювання, ми знайшли, що ВАВП може народитись на фоні навіть абсолютно нерухомого вихору, і запропонували альтернативний механізм, заперечуючи *універсальність* отриманих в [6] критеріїв. В нашій роботі досліджено утворення ВАВП в пермалоевому диску під дією змінного зовнішнього поля, що рівномірно обертається у площині диску  $\mathbf{V} = V_0(\cos \Omega t, \sin \Omega t, 0)$ . Початково диск знаходився у вихровому основному стані. При цьому було проведено два типи моделювань: (i) початковий вихор, що має позаплощинну компоненту, було зафіксовано в центрі диску за допомогою високоанізотропної домішки з анізотропією типу легка вісь; (ii) початковий вихор без позаплощинної компоненти було зафіксовано в центрі диску шляхом знерухомилення чотирьох спінів в осерді вихору штучним (програмним) чином. Отримано наступні результати:

- поблизу центру *нерухомого* вихору народжується ВАВП, якщо частота прикладеного поля потрапляє в певний діапазон, що визначається товщиною диску (характерні значення частот біля 10 ГГц);

- полярності новоутвореної ВАВП визначаються знаком частоти (напрямок обертання поля) і не залежать від полярності початкового вихору.

Запропоновано простий аналітичний опис спостережуваного явища, в основі якого лежить ідея пом'якшення магнетонної моди з азимутальним числом  $|m|=1$  при переході в систему координат, що обертається разом з полем.

[1] R. Hertel, S. Gliga, M. Fähnle, C.M. Schneider, Phys. Rev. Lett. **98**, 117201 (2007).

[2] B. Waeyenberge, et al., Nature. **444**, 461 (2006).

[3] K. Yamada, et al., Nature Materials. **6**, 270 (2007).

[4] V. Kravchuk, D. Sheka, Yu. Gaididei, F. Mertens, J. Appl. Phys. **102**, 043908, (2007).

[5] K. Guslienko, K.-S. Lee, S.-K. Kim, Phys. Rev. Lett. **100**, 027203 (2008).

[6] K.-S. Lee, et al., Phys. Rev. Lett. **101**, 267206 (2008).