

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ КОМПЛЕКС СКАНУЮЧОЇ ТУНЕЛЬНОЇ ТА РАСТРОВОЇ ЕЛЕКТРОННОЇ МІКРОСКОПІЇ КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО

Ткаченко Р.В., Бруква О.М., Решетняк С.О., Самар Г.В.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
м. Київ, пр. Перемоги, 37, Україна,
e-mail:fmf@kpi.ua*

Науково-дослідний комплекс скануючої тунельної та растрової електронної мікроскопії для наноструктурних досліджень є унікальним, несерійним об'єктом і становить національне надбання України.

Об'єкти

національного надбання

Національне надбання України - це унікальні об'єкти природи, культури, науки та техніки, які є національним скарбом України та важливою складовою її історичної, культурної та природної спадщини. Наприклад, такий статус мають архівні та музейні колекції, рукописи та



стародруки, природні заповідники та парки, рідкісні види тварин та рослин, наукові досягнення та технічні інновації

В КПІ є два об'єкти національного надбання України, одним з яких є Науково-дослідний комплекс скануючої тунельної та растрової електронної мікроскопії. Цей комплекс є важливим об'єктом національного надбання, оскільки він дозволяє проводити високоточні наукові дослідження на рівні атомів та молекул, що має велике значення для розвитку науки та техніки в Україні та в світі.

Збереження та розвиток об'єктів національного надбання України є важливою місією для університетів, оскільки вони є не тільки навчальними закладами, але й науковими центрами, які відіграють важливу роль у розвитку країни та збереженні її культурної та наукової спадщини.

Історія створення комплексу

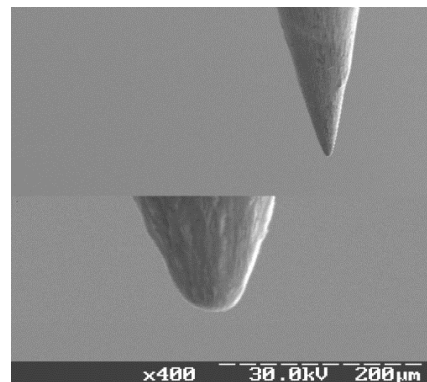
Обладнання комплексу наноструктурних досліджень було виготовлено у 1996 році вітчизняними виробниками:

- Науково-виробниче об'єднання “СЕЛІМІ” (м. Суми) розробило та виготовило електронну растрову частину установки, що складається з растрового електронного мікроскопу РЕМ-103, відео-контрольного пристрою, вакуумного устаткування, високовольтного обладнання і обчислювальних засобів керування роботою комплексу, що налічують дві ЕОМ з периферійним обладнанням – струменевим і лазерним принтерами.
- Науково-виробниче об'єднання “Харпром” (м. Харків) розробило та виготовило скануючий тунельний мікроскоп СТМ-100П.

Принцип роботи

Тунельний мікроскоп (ТМ) та електронний мікроскоп (ЕМ) - два різні типи мікроскопів, які використовуються для вивчення структури матеріалів на нанометровому рівні.

Тунельний мікроскоп працює на основі тунельного ефекту, який може проявлятися між провідними поверхнями. Мікроскоп складається з невеликої металевої голки, яка знаходиться на дуже малій відстані від зразка. Напруга, яка застосовується між голкою і зразком, створює потік електронів через тунельний бар'єр між ними. Цей потік електронів детектується і перетворюється в зображення поверхні зразка.



Електронний мікроскоп (ЕМ) використовує потік електронів для створення зображень. Пучок електронів випускається з електронної гармати і фокусується на зразку за допомогою системи електромагнітних лінз. Потік електронів, який відбивається від зразка, аналізується і перетворюється в зображення за допомогою комп'ютерних засобів.

В основі всіх методів СТМ є ідея локального зондування структури і властивостей конденсованої речовини за допомогою малого пробного тіла (зонда, голки), розмір якого в тій частині, яка повернута до досліджуваного зразка, складає одиниці і десятки нанометрів. Характерна відстань між зондом і поверхнею зразка становить 0.1-10 нм. В основі роботи СТМ – два фундаментальні чинники: зворотний п'єзоелектричний ефект, що виникає з прикладенням поля до п'єзоелектрика, і ефект тунелювання заряду крізь потенціальний бар'єр.

Застосування

За допомогою науково-дослідного комплексу скануючої тунельної та растрової електронної мікроскопії для наноструктурних досліджень проводяться роботи по дослідженню властивостей сучасних нанокмпозитних феромагнітних систем, а також особливостей їх взаємодії з електричними та магнітними полями.

Найважливіші галузі застосування скануючого тунельного мікроскопа:

- дослідження атомної будови поверхонь, металевих, надпровідних і напівпровідникових структур;

- явищ адсорбції та поверхневих хімічних процесів;

- структури молекул і біологічних об'єктів;

- технологічних досліджень у галузі мікро

та субмікроелектроніки, пліткових покриттів та обробки поверхонь;

- застосування скануючого тунельного мікроскопа як інструменту обробки поверхонь у субмікроскопічному масштабі тощо.

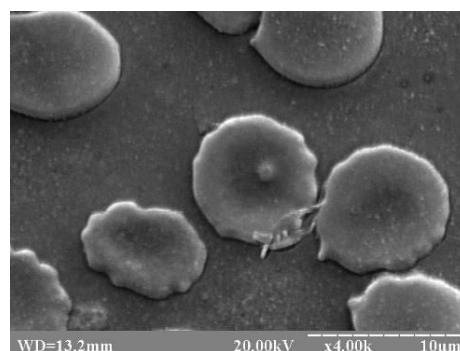
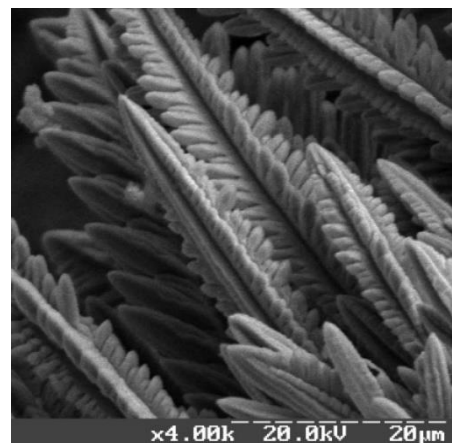
Тунельний мікроскоп може досліджувати поверхні матеріалів з роздільною здатністю до нанометрів, що робить його незамінним інструментом в нанотехнологіях та матеріалознавстві.

Електронний мікроскоп може досліджувати матеріали з роздільною здатністю до десятків нанометрів з глибиною різкоті порядку 0,5 мкм, що робить його високотехнологічним інструментом наукових досліджень в біології, хімії, фізиці та інших науках.

Унікальність комплексу

Об'єднання технологій тунельної та електронної мікроскопії використовується для дослідження матеріалів на нанометровому рівні з високою точністю та роздільною здатністю. Ця комбінація технологій відома як скануючий тунельно-електронний мікроскоп.

Дослідження проводяться у вакуумній камері електронного мікроскопу REM-103, усуваючи негативний вплив атмосфери, причому засоби електронної мікроскопії дозволяють вибрати ділянки зразка, найбільш цікаві для більш детального сканування тунельним мікроскопом СТМ-100П. Це дозволяє досягти високої точності дослідження, оскільки вакуум дозволяє уникнути впливу зовнішніх факторів на об'єкт дослідження, таких як пил,



волога, повітряні маси та інші. Таким чином, дослідження проводяться в умовах, близьких до ідеальних, що дозволяє отримати більш точні результати та дослідити об'єкти на дуже малих масштабах.

Використання цього комплексу в наукових дослідження співробітниками КПІ ім. Ігоря Сікорського дало можливість збагатити наші знання про природу матерії на мікро та нанорівні, що було відображено в десятках наукових публікаціях, а також захищених дипломних роботах та дисертаціях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лабораторія тунельної та електронної мікроскопії [Електронний ресурс]. Режим доступу: kzf.kpi.ua/лабораторія-тунельної-та-електронно/