

T_{24} – температура води після доби; M_{24} – маса води після доби; T_2 – температура залишку води після двох годин у морозильній камері; M_2 – маса води, що перетворилася на лід.)

Під час обробки води звуком та вібрацією на стінках посудини з водою з'являлися бульбашки й з часом піднімалися до поверхні води, та виходили з неї. Причому чим більшою була частота звуку та вібрації, тим більше з'являлося бульбашок, тому й кількість бульбашок які вийшли з рідини теж збільшилась. Виходячи із одержаних результатів, пропонується пояснення проведених дослідів тим, що зміни у фазовому переході води спричинили розчинені гази. Вода містить розчинені гази, в основному кисень, азот, вуглекислий газ, які мають більшу молекулярну масу порівняно з масою молекули води. Оскільки молекули у рідинах не тільки здійснюють коливання біля положень рівноваги, але й стрибкоподібний перехід із одного положення рівноваги в інше, то ті молекули води, що знаходяться поруч з молекулами газу, мають витратити більше енергії для стрімкого переходу. Такі сполучення молекул зменшують випаровування та стають центрами кристалізації під час замерзання.

Результати проведеного дослідження можуть мати практичне застосування і давати суттєвий економічний ефект. Так, наприклад, якщо перед нагріванням води в парогенераторах її обробити звуком, процес пароутворення відбуватиметься більш інтенсивно, що дозволить зекономити енергоресурси.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Зацепина Г.Л.* Физические свойства и структура воды. — М.: Изд-во Московского университета. — 1998. — 185 с.
2. *Антонченко В.Я., Давыдов А.С., Ильин В.С.* Основы физики воды. – Киев: Наукова думка. – 1991. – 669 с.
3. *Pusztai L.* How well do we know the structure of liquid water?// Physica B: Condensed Matter. – 2000. – 276. – P. 419–420.

ВІД ЕЛЕКТРОНА ДО НАНОЕЛЕКТРОНІКИ

Нечай М.А., Пономаренко Л.П.

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
e-mail: az2067az@gmail.com*

Виклики сьогодення в таких сферах як енергетика та екологія стимулюють переосмислення розвитку виробництва сучасних високоефективних елементів та механізмів. Пріоритетним напрямом розвитку сучасної науки і техніки виступають інформаційні технології та нанотехнології. Останнім приділено особливу увагу з боку інженерів, хіміків, фізиків, економістів та інших фахівців через стрімкий розвиток комунікацій, зберігання та обробки інформації, різноманітності транспортних, медичних та побутових пристроїв.

Датою відкриття електрону вважається 1897 р., коли Дж. Томсон експериментував із катодними променями [1]. Від цієї дати починається відлік ери електроніки та розвитку мікроелектроніки.

1947 р. в Bell Telephone Laboratories (США) В.Шоклі, Дж.Бардиним та В.Братейном було винайдено транзистор. Він підсилював електричний сигнал або

діяв в якості перемикача, особливістю був маленький розмір та надання малої кількості тепла, а це скорочувало витрати на системи охолодження. Однак, на початку 1941 р. український фізик В.Є. Лашкар'єв провів низку успішних експериментів. Досліджуючи запірні шари закису мідних випрямлячів за допомогою термозонду, він встановив, що по обидві сторони запірного шару, розташованого паралельно границі поділу мідь – закис міді, носії струму мають протилежні знаки. Це явище згодом отримало назву р-n-переходу (р – positive, додатній, n – negative, від'ємний). Таким чином під його керівництвом на початку 50-х рр. створено перші в УРСР напівпровідникові тріоди – транзистори. Саме транзистори стали основою всієї електроніки. З них збирали схеми, які виконували логічні операції й зберігали інформацію. Згодом В.Є. Лашкар'єв оприлюднив результати досліджень поверхневих явищ у напівпровідниках, які стали підґрунтям для інтегральних схем на базі польових транзисторів [2]. 1958 р. інженер Texas Instruments Дж. Кілбі [1] винайшов інтегральну схему, де числені електронні компоненти (транзистори, резистори, діоди) разом із сполучними провідниками розміщувались на поверхні одного напівпровідникового кристала. Подальший розвиток відбувався шляхом збільшення кількості транзисторів та зменшенням їх розміру, який становив 100нм.

Уперше з'явилось поняття наноелектроніка, як напрям електроніки, направлений на розробку технологічних і фізичних основ побудови інтегральних електронних схем із розмірами елементів менше 100 нм [3]. Наноелектроніка – це перехід від мікроелектроніки сучасних напівпровідників, де розміри елементів вимірюються одиницями мікрометрів, до більш дрібних елементів – з розмірами в десятки нанометрів. Такий розмір у схемах вимагає враховувати квантові ефекти, які визначають нові властивості та відкривають нові ерспективи.

1962 р. на базі Київського конструкторського бюро мікроелектроніки було розпочато роботи із мікромініатюризації для радіолокаційної апаратури. Дослідники С.О. Моральов, В.Д. Борисенко, О.І. Корнєв, В.П. Белевський та ін. вперше почали створювати гібридні інтегральні схеми із використанням плівок тантала Для одержання плівок було розроблено нові типи електронно-променевих гармат великої потужності, складне вакуумне обладнання та установки контролю параметрів схем. Тантал має високу стабільність фізичних властивостей, радіаційну стійкість, унікальні технологічні властивості, що дозволило спростити технологічний процес та одержати тонкоплівочні резистори, конденсатори, діелектричні прошарки, що високої якості. [4]

Серед основних напрямів розвитку наноелектроніки слід зазначити наноелектроніку твердого тіла та молекулярну електроніка. Основою першого є гетероструктури таких досліджених вивчених матеріалів як Si, SiO₂, сполуки A³B⁵, одноелектронні, з резонансним тунелюванням, балістичні транзистори. Необхідно підкреслити, багато питань у сфері наноелектроніки вимагають великих обчислювальних потужностей, тому відбувається пошук принципово нових приладів і матеріалів. Другим напрямом є молекулярна електроніка, яка враховує і працює із різними станами молекул. Зміна станів є швидкоплинними низькоенергетичними процесами, стимулюється зовнішніми сигналами та реєструється зондами. В подальшому це перспективний напрям, який може сприяти прориву в сфері мініатюризації, зважаючи на розміри молекул, що набагато менше, ніж розміри елементів існуючих інтегральних схем. Перевагою молекул є здатність до самоорганізації в тривимірні структури, а розвиток

скануючої атомно-силової мікроскопії дозволяє маніпулювати окремими молекулами [5].

Нині наноелектроніка має широке застосування: енергозбереження та перетворення енергії (термоелектричні пристрої, сонячні панелі, ультраконденсатори та ін.), оптоелектроніка, біомедичні нанопродукти та ін. [6]

Вищезазначене дає підстави стверджувати, що наноелектроніка – це один із перспективних напрямів. Науковцями нашого факультету здійснюються дослідження в таких напрямках, як: фізико-топологічне моделювання субмікронних приладів і пристроїв, алгоритми аналізу електронних схем, системи бездротового зв'язку та радіочастотної ідентифікації, надширокопasmогова радіолокація тощо. Так, бездротові наноелектронні пристрої, які зможуть забезпечувати постійний контакт людини з інтелектуальним середовищем, поширення засобів прямого бездротового контакту нашого мозку з навколишніми предметами, транспортними засобами, інтегрування з біооб'єктами та забезпечення їх життєдіяльності, поліпшення в якості життя як результат інновацій наноелектроніки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Плевєр К.Ж. Нанонауки. Невидима революція. – [Електронний ресурс]: <https://coollib.com/b/269758>.
2. Академик В.Е. Лашкарев, Киев 2003/. – [Электронный ресурс]: https://www.isp.kiev.ua/images/Page_Image/History/scientist/Lashkarev.pdf
3. Нанoeлектроника: теория и практика учебник /В. Е. Борисенко, А. И. Воробьева, А. Л. Данилюк, Е. А. Уткина. - М. : Бинoм. Лаборатория знаний, 2013. – 366 с.
4. Малиновський Б.М. Відоме і невідоме в історії інформаційних технологій в Україні. – Київ. «Інтерлінк», 2004. – 215 с. . – [Електронний ресурс]: http://www.icfcst.kiev.ua/MUSEUM/Micro_u.html.
5. Фізична нанoeлектроніка : навчальний посібник /В. С. Осадчук, О. В. Осадчук. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 146 с.
6. Нанoeлектроника: монографія в двох книгах. Кн. 1. Введение в нанoeлектронные технологии / Г. М. Младенов, В. М. Спивак, Е. Г. Колева, А.В. Богдан.– Киев-София: Освіта України, 2010. – 334 с.

РОЗВИТОК НОВІТНІХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ ГРАФЕНУ У СУЧАСНІЙ ЕЛЕКТРОХІМІЇ

Писаренко А.В., Чурсанова М.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

e-mail: andriy.pisarenko@gmail.com

Сучасні напрями розвитку електрохімічної науки є надзвичайно важливими і тісно переплетеними з вимогами технологічного прогресу. Прикладами застосування електроматеріалів є акумулятори, батареї живлення, паливні елементи, суперконденсатори, електрохромні пристрої, газороздільні мембрани та датчики та ін. Успіхи в цій галузі обумовлені постійною розробкою нових матеріалів, і відкриття двовимірних наноматеріалів, таких як графен, створило перспективи для підвищення ефективності електрохімічних приладів, які б