

УДК 621.9

В. Г. ШКУРУПІЙ, канд. техн. наук (м. Харків, Україна)

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АБРАЗИВНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ В НАНОТЕХНОЛОГІЇ

Рассмотрены перспективы развития абразивной обработки сверхгладких поверхностей деталей

Вступ

В природі проявляється взаємодія силових полів, які можуть бути охарактеризовані фундаментальними силами: гравітаційними, електромагнітними, ядерними і слабкої взаємодії. Це тільки ті сили, дослідженню яких, за певний час розвитку суспільства, вчені приділяли найбільше уваги. Перші два типи сил можна розглядати з точки зору ньютонівської механіки. Всі чотири типи силових полів проявляються при взаємодії елементарних частинок. При цьому енергія перетворюється з однієї форми в іншу.

Людина використала взаємодію силових полів для виробництва предметів, шляхом вивчення, контролю і керування процесами. З самого початку зародження виробництва предметів споживання, використовуючи закони класичної механіки і відповідні природні процеси, були розроблені технології виготовлення цих предметів. Граничні розміри предметів споживання визначалися метровим інтервалом (рис. 1). Це відноситься до більшості механічних пристроїв, що оточують нас і в даний час.

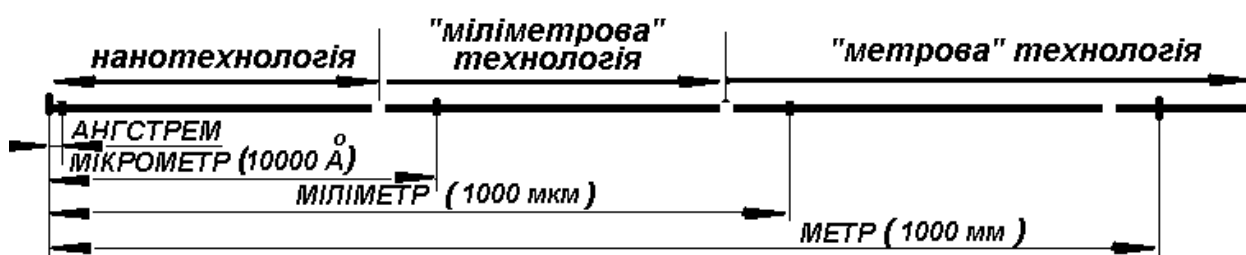


Рис. 1. Інтервали технологічного розвитку

Оточуючі нас речі і механізми в більшості є продуктом «метрової» технології. Мініатюризація речей і механізмів була мрією умільців. Розмір деталей визначається їх матеріалом і розмірами обладнання для їх виготовлення. Ці обставини накладають серйозні обмеження на мініатюризацію деталей, вони можуть бути подолані з величезними труднощами і витратами. Досягнути при

цьому мініатюризацію механічних процесів можна вважати граничною для «метрової» технології. Промислова електроніка вплинула на розвиток «міліметрової» технології. Розвиток цих технологій привів до скорочення розмірів технологічного простору і появи твердотільної «мікро» технології. Її створення і розвиток привело до появи персональних комп'ютерів. Була розроблена технологія розміщення мільйонів твердотільних транзисторів в інтегральній схемі площею 1 см². Кристали кремнію стали основою для інтегральних мікросхем, мініатюризація яких і зумовила експоненціально швидке зростання ефективності та швидкодії комп'ютерів. Водночас, не зважаючи на практично повну відмінність як мікровиробів, так і способів їх виготовлення ці схеми виготовлення об'єднує спільність класичних законів, що визначають їх роботу.

Вченими проводяться інтенсивні дослідження й практичні роботи з мініатюризації елементної бази, агрегатів і систем всілякого призначення. Створено мікрозонди, мікродатчики, оптичні мікроприлади, мікророботи, літальні мікроапарати масою від декількох кілограм до сотні грам й ін. [1]. Механічній обробці абразивними суспензіями підлягають деталі інформаційних та силових оптичних приладів наземного, морського, повітряного та космічного базування, дзеркала великої потужності для технологічних лазерів, лазерних печей ядерного синтезу, деталі відеоапаратури, оптичних пристроїв запису та відтворення інформації, інфрачервоної оптики систем теплового наведення і нічного бачення.

Класичні уявлення про закономірності природи починають порушуватися, починаючи з розмірів, які складають десяті долі мікрметра. За цією межею починається територія, підпорядкована квантовим законам, в яких проявляє себе хвильова природа електрона й інших мікрочастинок, оскільки в цій сфері процеси, що відбуваються, не можуть бути описані законами класичної механіки. І з цієї точки зору процеси, які протікають на цьому рівні розглядають з приставкою нано. Нанопроцеси є основою нанотехнології. На відміну від класичної нанотехнологія є *квантовою*. Відбувається перехід від структур речовин класичних технологій до структур речовин, створених за законами квантової механіки. Усю класичну механіку, а разом з нею і поняття сили не можна пристосувати до елементарних частинок. Характеризувати взаємодію елементарних частинок в атомах і атомних ядрах за допомогою сил не можна. Для елементарних частинок сила – це взаємодія. Енергетичний опис стає єдиною можливим.

На сьогодні наші знання дуже обмежені і не дозволяють формувати атомно-молекулярні структури. Людина навчилася констатувати і вивчати створені природою без її участі атомно-молекулярні структури. Взяти під контроль і

управляти цими процесами – один із напрямків створення основ і розвитку нанотехнологій у техніці. Ділянки характерних розмірів для ряду нанорозмірних утворень наведені на рис. 2. [3].

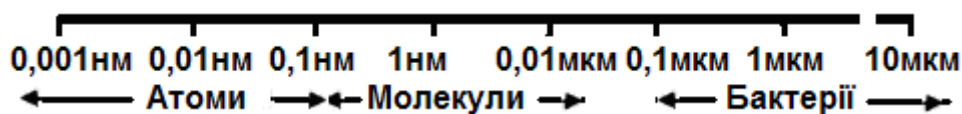


Рис. 2. Розмірні інтервали об'єктів нанотехнології

Нанотехнологія використовує методи і прийоми структуризації речовини на атомному й молекулярному рівнях з метою виробництва кінцевих продуктів із заздалегідь заданою атомною структурою. Використання закономірностей квантової механіки в нанопроцесах робить нанотехнологію надзвичайно наукоємною. Можливість синтезувати нанорозмірні структури з точно контрольованими розмірами і складом, а потім збирати їх у структури великих розмірів з унікальними властивостями і функціями приведе до радикальних змін у технологіях багатьох галузей промисловості. Можливість контролювати технологічний процес складання на атомарно-молекулярному рівні великих структур з принципово новими властивостями створює унікальні можливості для розуміння природи цих основних «будівельних блоків», а також для управління властивостями різноманітних природних і штучних продуктів.

Основною проблемою нанотехнології є те, що дослідники ще майже нічого не знають про фундаментальні закономірності поведінки окремих частинок, структур і цілих систем в цьому нанометровому просторовому масштабі. Наночастки одночасно і дуже малі (для безпосереднього спостереження і вивчення), і дуже великі (для розрахунків, які в цьому розмірному інтервалі нанооб'єктів мають великі похибки). Дослідники поки що не вміють достатньо точно моделювати поведінку наночасток, оскільки їх характеристики безперервно змінюються в часі та просторі, а кількість частинок, що об'єднуються в наносистеми, все ще недостатньо велика, щоб розглядати ці системи як статичні ансамблі. Тому для реального прогресу у виробництві наноструктурних матеріалів і нанопристроїв необхідно значно поглибити фундаментальні уявлення про поведінку наночасток і розробити надійні методи розрахунку параметрів, які характеризують їх властивості.

В даний час полірування, шліфування являються однією з операцій типового технологічного процесу суперфінішної абразивної обробки в виробництві

металічних лазерних дзеркал на основі міді, молібдену, алюмінію та ін. Недоліком, рекомендованих для використання в промисловості процесів абразивної обробки є сильний вплив абразивних суспензій на фізико-хімічні властивості поверхневих шарів металів, які обробляються.

Постановка задачі

Необхідно, зважаючи на мікромініатюризацію предметів споживання визначити перспективи розвитку абразивної обробки поверхонь деталей з малими значеннями параметрів шорсткості поверхонь.

Основний зміст роботи

Основні питання підвищення якості і конкурентоспроможності предметів споживання при абразивній обробці поверхонь їх деталей наступні:

1. Метрологічне забезпечення якості поверхневих шарів повинно бути на якісно новому рівні в зв'язку з контролем нанорозмірних об'єктів. Недостатня забезпеченість процесів контролю таких об'єктів технологічним оснащенням гальмує розвиток процесів обробки поверхонь.

2. При абразивній обробці поверхонь деталей з малими значеннями пара-

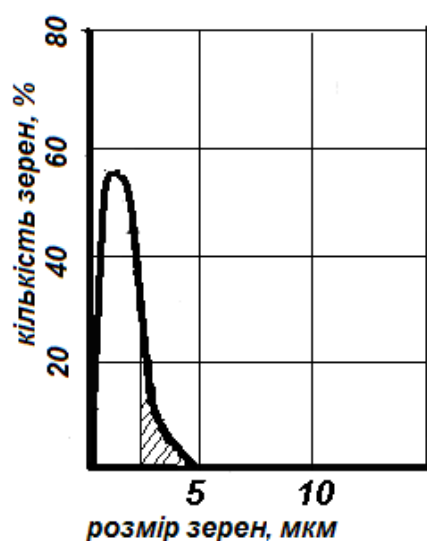


Рис. 3. Розподіл розмірів зерен алмазного мікропорошку M2

метрів шорсткості необхідно зважувати на наступне: наявність вільних електронів в шарі поверхні, яка обробляється, приводить до процесів окислення на межі метал-навколишнє середовище, при цьому змінюються фізико-хімічні параметри, причому товщина окисної плівки може значно перевищувати значення висотних параметрів шорсткості. Окисна плівка сприяє закріпленню зерен, що відносять до негативних явищ. Це необхідно враховувати при виборі технологічного середовища.

Продуктивність абразивної обробки залежить від технологічного середовища, яке включає полірувальник, абразивну і неабразивну складові технологічного складу і матеріал заготовки. Технологічне середовище для абразивної обробки повинно мати в своїй основі зерна нанорозмірних величин. Експериментальні дослідження [2] показали, що при поліруванні алмазними пастами АСМ 2/1 мають місце малі значення величини відношення R_a/R_{max} за рахунок більш інтенсивного зменшення середнього арифметичного значення R_a в порівнянні з

R_{\max} . Це можливо за рахунок зменшення кута загострення зруйнованого зерна, а також наявності в абразивній суспензії і руйнування зерен значно перевищуючих по розмірам зерна основної частини фракції (рис. 3.).

Для підвищення якості поверхневого шару при абразивній обробці (зменшення R_a), на наш погляд, необхідно обрізати праву частину кривої розподілу шляхом введення допоміжної обробки мікропорошку по відсіюванню великих зерен (до приготування абразивної суспензії).

Найбільш перспективними абразивами для полірування відповідальних деталей є алмазні овалізовані порошки і порошок оксиду алюмінію сферичної форми, отриманий газодисперсним синтезом [3]. Так, технологічний процес виготовлення металевих дзеркал на стадії полірування включає декілька переходів з використанням мікропорошків різної зернистості. Перший цикл обробки необхідно проводити алмазною суспензією на основі мікропорошку М5 (поверхнево-активна речовина – полівініловий спирт), другий цикл – М3 і третій цикл – М1.

Перспективні для використання алмазні суспензії з добавками полівінілацетатної дисперсії (ПВА) ДСТ 18992-73 [4]. ПВА при оптимальному її вмісті (5-8 %) в технологічному складі забезпечує фіксацію абразивних зерен на полірувальнику, а продукти механічної деструкції полівінілацетату здатні хімічно взаємодіяти з металом оброблюваної поверхні, що забезпечує підвищення продуктивності обробки металу і світловідбивної здатності поверхні.

3. Ручне керування процесом абразивної обробки при досягненні на поверхні дуже малої шорсткості повинно бути виключене.

Перспективним можна вважати технологічний процес який реалізується технологічною системою виготовлення дзеркал лазерів діаметром 1000 мм і більше [3]. Система автоматизованого формоутворення включає доводочні верстати моделей АД-1000, АД-4000 з числовим програмним керуванням по трьох координатах; розвантажувально-базувальні оправи для розвантаження деталей; інтерференційні засоби контролю площинних сферичних і асферичних поверхонь, які реалізують методи інтерференції бокового і радіального зрушень з базовим хвильовим фронтом; програмне забезпечення технологічного процесу і розрахунку напружено-деформованого стану оптичних елементів при різних умовах їх закріплення.

Автоматизована обробка може бути виконана у відповідності з приведеною на рис. 4. структурною схемою.

Для кожного циклу обробки технологічні режими (розмах, частота осциляції, навантаження) розраховуються програмою обробки поверхні.



Рис. 4. Структурна схема процесу автоматизованого формоутворення при абразивній обробці

Висновки

1. Діючі в промисловості процеси абразивної обробки не можуть бути використані без змін для досягнення понадгладких поверхонь деталей.

2. Найвагомішими питаннями перспективного розвитку абразивної обробки надгладких поверхонь, на наш погляд, є: метрологічне забезпечення контролю якості обробки, вибір відповідного технологічного середовища та розробка системи керування процесом формоутворення поверхневих шарів деталей, які обробляються.

Список літератури: 1. *Новости космонавтики*. №9 (296), том 17, сентябрь 2007 г. 2. *Шкурупий В. Г.* Повышение эффективности технологии финишной обработки светоотражательных поверхностей деталей из тонкого листа и лент. – Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Одесса: ОНПУ, 2006. – 21 с. 3. *Ковшов А. Н., Назаров Ю. Ф., Ибрагимов И. М.* Основы нанотехнологии в технике.: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГОУ, 2006. – 242 с. 4. А.с. 905256 СССР МКИ С 09 К 3/14. Доводочный алмазно-абразивный состав / П.Д. Дудко, Ю.Ф. Назаров, В.Г. Шкурупий, В.С. Коваленко, В.М. Рубан, А.И. Соловьев. – № 2861281/23-26; Заявл. 03.12.79; Опубл. 15.02.82.– Бюл.№ 6. – 4 с.