

ВИСОКОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ

УДК 620.179.14(088.8)

ПАНДАННА ЗОНА МІКРО- ТА МАКРОПОВЕРХНІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ (Частина 2)

Скицюк В.І.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

Особливістю панданної зони є те, що саме вона визначає реальний вплив на якість вимірювання геометрії того чи іншого технологічного об'єкта. Відбувається це через спотворення форми та шорсткості поверхні деталі. Якщо зважити на те, що необхідний нам розмір визначається за максимальними відхиленнями шорсткості та геометрії, то це викликає проблему якості виготовлення деталі. Так, наприклад, деталь циліндричної форми, виміряна у одному перерізі, ще не вказує на те, що цей розмір зберігається по всій її довжині. Тому, мета роботи, яка пропонується, це розглянути аспекти поведінки поверхні деталі на мікро- та макрорівні панданної зони у момент визначення її координати.

Тому, у подальших дослідженнях необхідно зосередитися на побудові математичних залежностей стосовно мікро- та макропанданних зон, оскільки у класичній фізиці та теорії твердого тіла повністю відсутнє формулювання, що таке поверхня тіла.

Ключові слова: мікро, макроповерхня деталі, панданна зона.

Вступ. Постановка задачі

У попередній частині [1] було розглянуто панданні зони (ПЗ) різних типів різальних інструментів при обробці металів різанням. Ця робота була присвячена формі ПЗ, які утворюються завдяки основній конфігурації інструмента. Такі самі ПЗ є притаманними і деталям, які підлягають обробці.

Якщо розглянути типову ситуацію при спробі отримати якийсь розмір деталі за допомогою типового вимірювального інструмента (штангенциркуль, мікрометр тощо), то необхідно відмітити, що бажаний результат отримується через взаємодію ПЗ інструмента і деталі. Цілком зрозуміло, що у цьому випадку ми мали б отримати максимальний результат, оскільки відлік відбувався б за максимальними геометричними відхиленнями геометрії деталі. Такі максимальні відхилення у своїй основі є наслідком відхилень від технологічних процесів формотворення. Вимірювальний інструмент, хоч і має поверхню на кілька порядків кращу за деталь, проте зовсім не позбавлений цих недоліків. Особливо ця теза набуває великого значення, коли ми наближаємося до максимально точного визначення координати у обробному просторі верстата. При визначенні координати поверхні за допомогою різального інструмента отримується похибка, яка є повністю залежна від макро- та мікроспотворень геометрії деталі, тобто її ПЗ. Отже, необхідно довести, яким чином впливає ПЗ на визначення координати поверхні деталі або інструмента, а також показати підґрунтя виникнен-

ня похибок на засадах типових ПЗ деталі.

Панданна зона шорсткості технологічного об'єкту (ТО)

Шорсткість, як параметр ТО, є дуже специфічною функцією геометрії поверхні. Якщо не вдаватися у подробиці, то у спрощеному вигляді це переріз поверхні за нормаллю [2] (рис. 1). При цьому перепад між лінією западин та лінією виступів R_{\max} необхідно вважати за панданну зону шорсткості. Зазвичай, за [2] цей профіль вважається нерегулярним (стохастичним), хоч це і викликає перше протиріччя з тим, що всі без виключень процеси металообробки мають типово регулярний характер (точіння, фрезерування тощо). При цьому лінія (рис. 1), яка вказує на номінальний розмір, знаходиться або у межах R_{\max} , або поза ним. Це по-перше. І по-друге, її координата визначається суто математичним шляхом. Тобто, виникає невизначеність розміром у R_{\max} . Сама величина R_{\max} теж має невизначеність, оскільки повністю залежна від максимального виступу та мінімальної западини. Виникає цілком слушне запитання: де їх шукати серед мільйону точок вимірювання?

Наступна проблема, яка виникає у цьому випадку, це визначення розміру базової довжини L . Згідно [2] це повинна бути абсолютно лінійна частина деталі на визначеній ділянці. Знову ж таки постає питання, де знайти таку ділянку – це по-перше, і по-друге за якими методами.

Існує ще одна проблема тісно пов'язана з визначенням координати поверхні. Це відносний рух як поверхні, так і вимірювального інструмента (рис. 2). У цьому випадку, якщо ми уявимо, що фрагмент перерізу шорсткості деталі рухається зі швидкістю $K_i V_p$ вздовж координати Y , то може виявитися, що максимум з точки A зсунувся у точку Δ_{\max} і визначення координати поверхні не відбудеться. Аналогічна ситуація відбудеться по координаті X , коли точка A займе позицію x_0 . І це є найпростіший випадок.

Більш складний рух по двох координатах одночасно призведе до того, що навіть цей маленький пік (A) необхідно буде довго вишукувати у межах ПЗ від Δ_{\max} до Δ_{\min} . Подальше інтерполювання розмірів ПЗ на макрорівні призводить нас до того висновку, що панданна зона має свою межу, яка сумірна з розмірами атому твердого тіла, яке ми досліджуємо. Отже, всі процеси, які визначають дійсні розміри того чи іншого ТО, відбуваються на рівнях мікро- та макрогеометрії поверхні. Такий розподіл викликаний, по-перше, тим, що існує перехід у шорсткості поверхні. У такому випадку звичайна стандартизація шорсткості та геометрії ТО не задовольняє визначеній технологічній задачі отримання відповідної поверхні. Тобто, шорсткість поверхні та геометричні відхилення стають дуже малими, меншими за 0,01 мкм. Але ж ми у всіх випадках сприймаємо поверхні як «нуль» відліку, внаслідок чого необхідно визначитися з цим параметром ТО. Окрім того, подібний «нуль» відліку завжди існує як подвійне явище, оскільки застосовується у парі. По-перше, будь-яка вимірювальна система має свій нуль відліку (відносний). По-друге, будь-яке ТО при вимірюваннях повинно мати хоча б дві крапки, між якими робиться вимір.

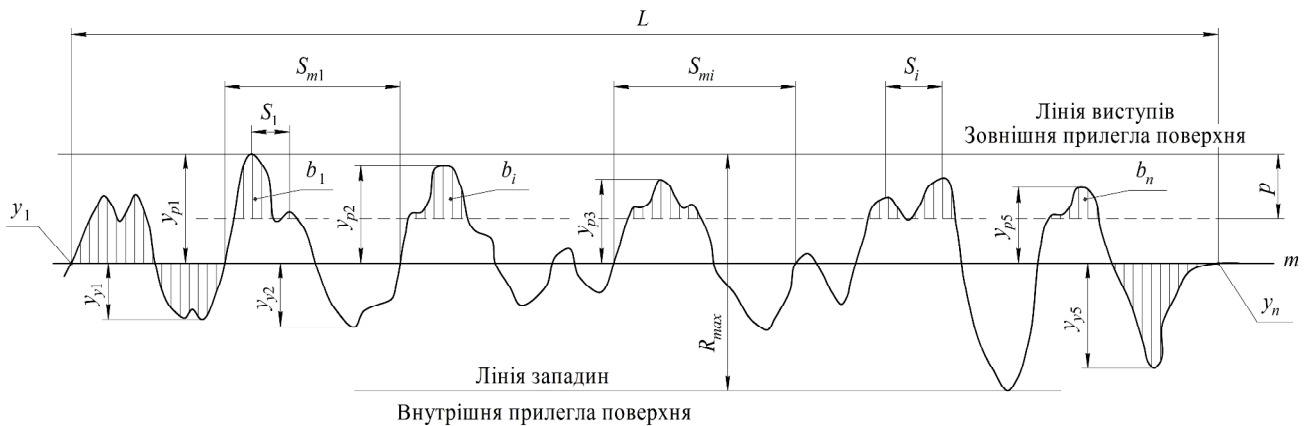


Рис. 1. Типова профілограма шорсткості поверхні та її параметри.

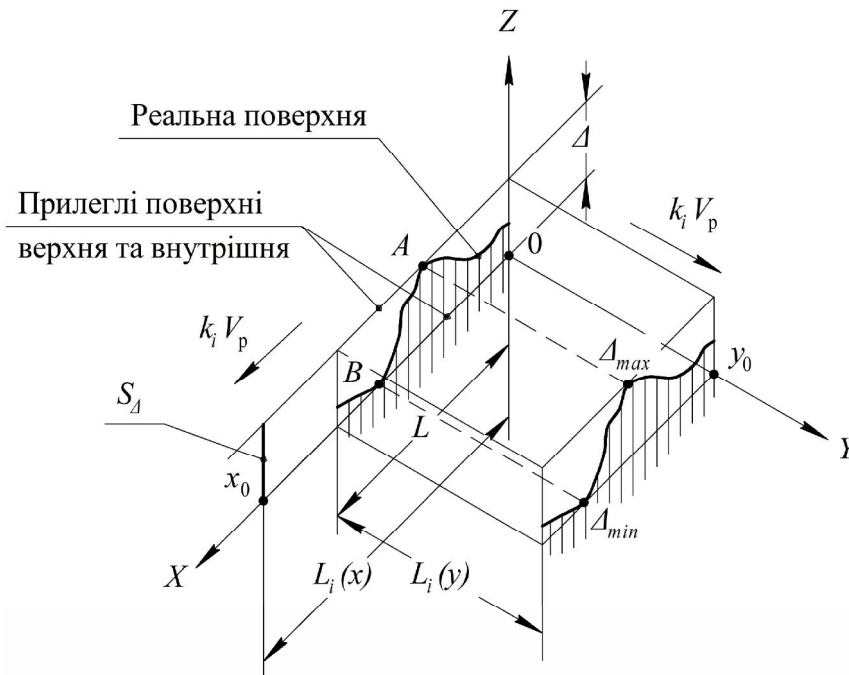


Рис. 2. Рух перерізу реальної поверхні за координатами X та Y.

Тобто, у кінцевому результаті ми отримуємо чотири площини з жорсткими вторинними умовами, а саме – вони повинні бути абсолютно плоскопаралельні одна одній. Але найбільшою проблемою, яка стосується подібної ситуації, є те, що контактуючі поверхні повинні бути абсолютно плоскі і, до того ж, на рівні регулярного розташування атомів на поверхні (ізотропна кристалічна ґратка). У супротивному випадку ми можемо лише розмовляти про поверхню ТО, яка за невідомими принципами вважається такою. Отже, з усього вище сказаного, отримуємо основну проблему у визначенні координати відліку як такої, тобто визначитися з поняттям «Що таке фізична поверхня твердого тіла»? На жаль, пошуки пояснень [3, 4, 5] вказують на те, що таке поняття зовсім відсутнє, оскільки у більшості випадків фігурує як суто суб'єктивне явище без будь-якого ма-

тематичного підґрунтя. Тобто, якщо не існує поняття, що таке поверхня фізичного твердого тіла, то і поняття нуля відліку стає надто невизначеним.

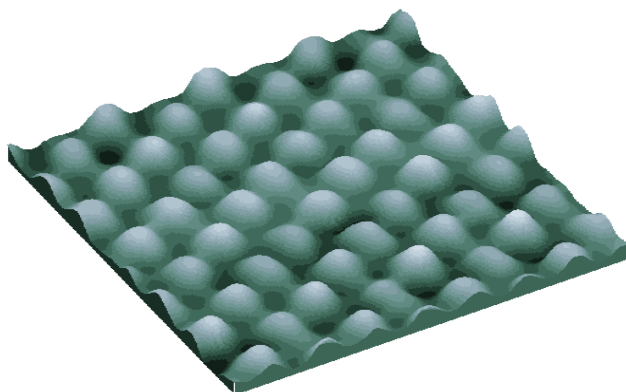


Рис. 3. Атомна структура поверхні високоорієнтованої поверхні піролітичного графіту
Розмір зображення: $17 \times 17 \times 2 \text{ \AA}^3$

У прикладній фізиці для дослідження поверхні використовується мікроскопія, як одна з методик дослідження. Останнім часом найбільше розповсюдження має тунельна мікроскопія (рис. 3) [3]. Але основна вада тунельної мікроскопії є те, що вона будує польову структуру поверхні, але спиратися на польову структуру є вкрай необачно через її нестабільність. Окрім того, добре видно, на скільки нерівномірне розташування атомів по поверхні. Світлини, отримані простим збільшенням поверхні з застосуванням спеціалізованих мікроскопів,

дають, практично, той же результат. Отже, якщо орієнтуватися на ці факти, то поверхня будь-якого твердого тіла являє собою регулярно розташовані атоми (форма куляста). У такому випадку форма поверхні ніяк не може бути пласкою поверхнею. Це поверхня, яка має складний трикоординатний вимір. Якщо орієнтуватися на кульові поверхні, які створює форма атома як такого, то тут теж будемо мати невизначеність. По-перше, атоми завжди знаходяться у коливальному стані, що породжує відповідну ПЗ навколо якогось визначеного об'єму. По-друге, зовнішня електронна оболонка являє собою панданий простір, у якому рухаються електрони, координати яких не можуть бути визначені з певних причин [4]. Тобто, у цьому випадку ми можемо орієнтуватися на якусь уявну поверхню, яка спирається на верхівки атомів. Але наявність руху атомів призведе до невизначеності місця розташування площини, внаслідок чого ми отримуємо певний прошарок, тобто ПЗ.

Макропанданна зона ТО

Розглянемо типові ситуації вимірювань спотворень геометрії поверхні (рис. 4) [2]. Як видно з рис. 4, для подібних вимірювань використовують досить прості елементи: лінія, площина, циліндр тощо. Звісно, що всі ці елементи мають метрологічні властивості, які поза будь-яким сумнівом повинні забезпечувати точність вимірів. Тобто, вони імітують уявний елемент поверхні деталі, який ми хотіли б отримати, але не можемо з низки технологічних причин. Досить легко збагнути, що ці елементи, спираючись на максимальні відхилення поверхні, будуть імітувати зовнішню межу ПЗ. Що стосується внутрішньої межі ПЗ, яка є прилегла до западин, то таке явище у метрології зо всім не розглядається [2]. Однак, при намаганні отримати координату поверхні, наявність западин буде віді-

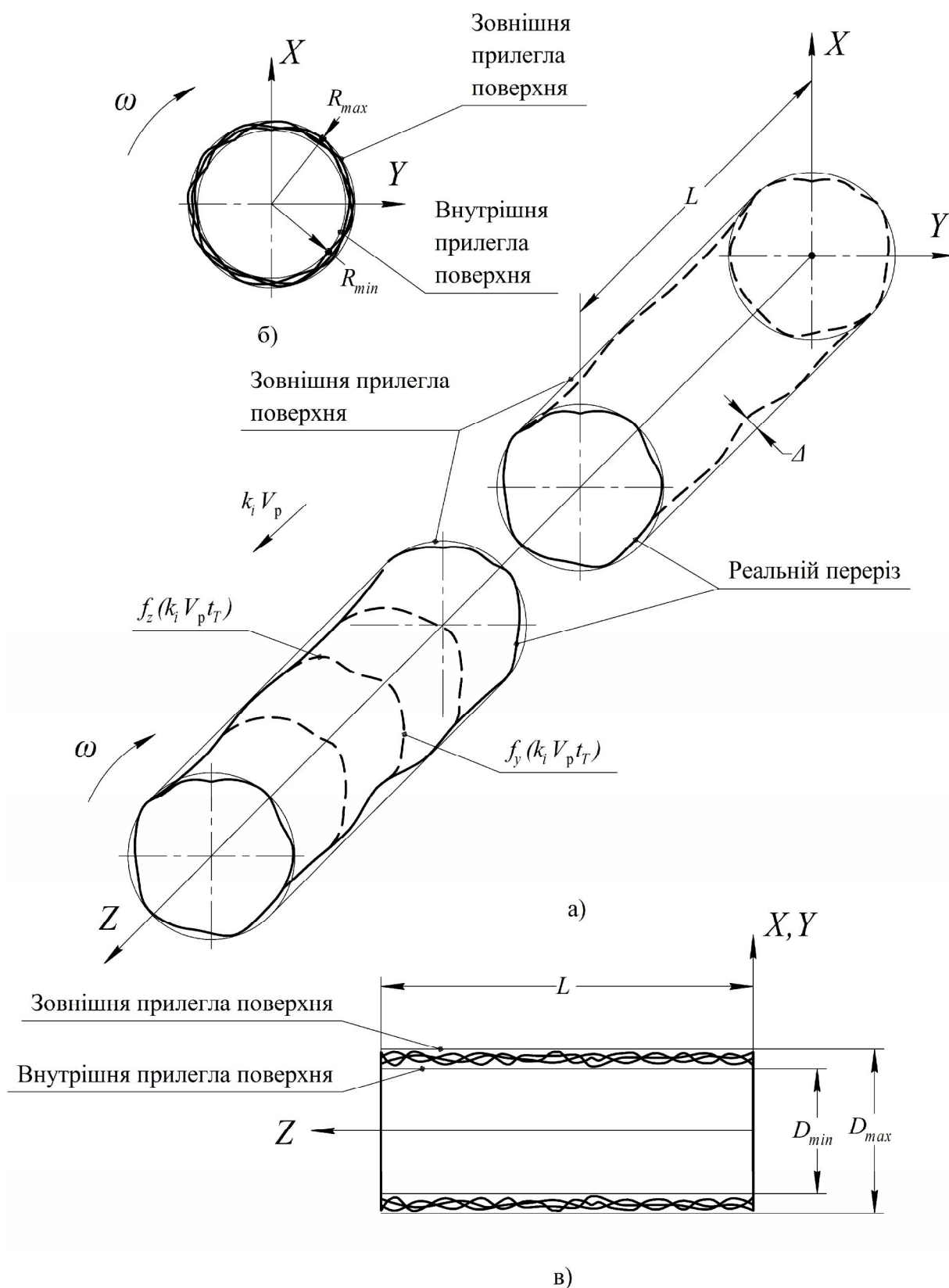


Рис. 4. Рух циліндричної деталі по координаті Z з одночасним обертальним рухом: а) загальний випадок руху; б) проекція спотворень поверхні на площину XY ; в) проекція подовжніх спотворень деталі на площині XZ та YZ .

гравати дуже важливу роль, оскільки вимірювальний інструмент, як і у випадку з шорсткістю, буде давати різні результати.

Макро- та мікропанданні зони мають між собою досить потужний зв'язок, засади якого полягають у наступному. Якщо ми уявимо, що макропанданна зона зменшується до нуля, то це означає її перехід у глиб шорсткості. Тут мається на увазі випадок, коли шар макропанданної зони дорівнює нулю і співпадає з номінальним розміром. У такому випадку інтегральна складова шорсткості поверхні теж дорівнюватиме нулю.

Висновки

Основним чинником визначення точності координати поверхні деталі є розміри мікро- та макропанданних зон. Наразі, у класичній фізиці та теорії твердого тіла повністю відсутнє формулювання поверхні тіла.

У подальших дослідженнях необхідно зосередитися на побудові математичних залежностей стосовно мікро- та макропанданних зон.

Література

1. Скицюк В. И. Панданна зона різального інструмента і деталі (Частина 1) // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. – 2010. – Випуск 40. – С. 105-111.
2. Мягков В. Д. Допуски и посадки: Справочник в 2-х частях / В. Д. Мягков, М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский / - 5-ое изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1978. – 544 с., ил.
3. Яминский И. В. Взгляд в микромир: от атомов и молекул – до живых клеток / И. В. Яминский. Электронный ресурс: http://www.nanoscopy.org/ebook/Pag09_12.html
4. Епифанов В. В. Физика твердого тела / В. В. Епифанов. – М.: Высшая школа, 1965. – 276 с.
5. Кузмичев В. Е. Законы и формулы физики / В. Е. Кузмичев. Отв. ред. В. К. Тартаковский. – К.: Наук. думка, 1989. – 864 с.

References

1. Skitsyuk V. I. Pandanna zone of cutting tools and parts (Part 1) // BULLETIN of National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute". Series INSTRUMENT MAKING. – 2010. – Release 40. – P. 105-111. [ukr]
2. Myagkov V. D. The tolerances and landings: A Guide to 2 parts / V. D. Myagkov, M. A. Paley, A. B. Romanov, V. A. Braginsky / - 5th ed. Rev. and add. – L.: Mechanical Engineering. Leningrad Department, 1978. – 544 p., il. [rus]
3. Yaminsky I. V. Looking into the microcosm, from atoms and molecules - to living cells / I. V. Yaminsky. Electronic resource: http://www.nanoscopy.org/ebook/Pag09_12.html
4. Epifanov V. V. Solid State Physics / V. V. Epifanov. – M.: "High School", 1965. – 276 p. [rus]
5. Kuzmichev V. E. Laws and formulas of physics / V. E. Kuzmichev. Ans. Ed. V. K. Tartakovsky. – K.: Naukova dumka, 1989. – 864 p. [rus]

В. И. Скицюк

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г.Киев, Украина

ПАНДАННАЯ ЗОНА МИКРО- И МАКРОПОВЕРХНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ. Часть 2

Особенностью панданной зоны есть то, что именно она определяет реальное влияние на качество измерения геометрии того или иного технологического объекта. Происходит это из-за

искажений форм и шероховатости поверхности детали. Если обратить внимание на то, что нужный нам размер определяется по максимальным отклонениям шероховатости и геометрии, то это вызывает проблему качества изготовления детали. Так, например, деталь цилиндрической формы, измеренная в одном разрезе, еще не гарантирует того, что этот размер будет выдержан по всей длине цилиндра. Поэтому, цель работы, которая предлагается – это рассмотреть аспекты поведения поверхности детали на микро- и макроуровне панданной зоны в момент определения ее координат. Поэтому, в дальнейших исследованиях необходимо сосредоточиться на построении математических зависимостей относительно микро- и макропанданных зон, поскольку в классической физике и теории твердого тела полностью отсутствует понятие, что такое поверхность тела.

Ключевые слова: микро, макроповерхность детали, панданная зона.

V. I. Skitsiouk

National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine

PANDANIC ZONE OF MICRO AND MACRO SURFACES OF THE TECHNOLOGICAL OBJECTS (Part 2)

The peculiarity of pandanic zone is that it defines a real impact on the quality of the measurement of geometry of any technological object. This happens because of distortion of forms and surface roughness of detail. If we look to the fact that the right size is determined by the maximum deviation of roughness and geometry, that it causes a problem of quality manufacturing parts. For example, the cylindrical detail, measured in one section, does not guarantee that this size is maintained along the entire length of the cylinder. So, the purpose works this review aspect of the behavior of detail at the micro and macro level of the pandanic zone at the time to determine its origin. So, further research should will focus on the construction of the mathematical dependence of micro and macro pandanic zones, because in the classical physics and in the solid state theory is completely missing the concept what is the surface of the body.

Keywords: micro, macro surfaces detail, pandanic zone.

*Надійшла до редакції
05 липня 2011 року*

УДК 658.512:658.52.011.56

ФОРМУВАННЯ ПОСЛІДОВНОСТІ СКЛАДАННЯ ВИРОБУ ЗГІДНО МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОПИСУ ВИРОБУ ТА ОЦІНКА ЇЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Стельмах Н. В.

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»,
м. Київ, Україна*

Розглянуто приклад формування послідовності складання виробу згідно плану надходження комплектів деталей на складання з метою забезпечення прискореного випуску нового виробу і зниження собівартості виконання складально-випробувальних і контрольно-вимірjuвальних робіт в малосерійному виробництві. Отримана послідовність операцій складання та розподіл між робочими місцями характеризується відсутністю затримок під час виконання операцій та максимально можливим завантаженням робочих місць, мінімальним членуванням гілок складального виробу, що в подальшій перспективі дозволить розробити новий підхід, де б враховувалась кваліфікація робітника-складальника, що могло б суттєво зменшити собівартість виготовлення продукції.