

света *in situ*. Установлено, что в процессе уменьшения шероховатости поверхности ее коэффициент отражения увеличивается.

Ключевые слова: прецизионная поверхность, *in situ* контроль качества, шероховатость.

¹⁾Ю. Д. Філатов, ¹⁾О. Ю. Філатов, ²⁾В. П. Ящук, ³⁾У. Хайзель, ³⁾М. Сторчак, ⁴⁾Г. Монтей

¹⁾Інститут надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України, м. Київ, Україна,

²⁾Київський Національний Університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ, Україна,

³⁾Штуттгартський університет, м. Штуттгарт, Німеччина,

⁴⁾Національна Вища школа механіки і мікротехніки, м. Безансон, Франція

IN SITU КОНТРОЛЬ ШОРСТКОСТІ ПРИ ФІНІШНІЙ ОБРОБЦІ НЕМЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ

Описано схему обладнання для моніторингу поверхні в процесі полірування, що здійснюється за допомогою оптичних методів. Відношення інтенсивності променю, що відбивається від поверхні, до інтенсивності падаючого променю дозволяє оцінити коефіцієнт відбивання *in situ*. Встановлено, що в процесі зменшення шорсткості поверхні її коефіцієнт відбивання збільшується.

Ключові слова: надточна поверхня, *in situ* контроль якості, шорсткість.

*Надійшла до редакції
22 березня 2010 року*

УДК 620.179.14.(088.8)

ПАНДАННА ЗОНА РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА І ДЕТАЛІ (Частина 1)

Скицюк В.І., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Панданна зона різального інструмента і деталі є зоною, у якій відбуваються процеси руйнування надлишкової маси та процеси торкання деталі вимірювальними інструментами. Визначення поняття панданної зони інструмента є суто авторське дослідження. Метою роботи є обґрунтування явища виникнення панданної зони типових різальних інструментів у металообробці. Оскільки інструмент виконує низку специфічних рухів у просторі, він має просторовий об'єм відповідно траєкторії руху, форма та параметри якого повинні відповідати технологічним задачам формотворення деталі. Якщо не виконуються ці умови, то верстат або не виконує свої технологічні завдання, або це призводить до аварійної ситуації. У підсумку необхідно зауважити, що наразі наведений опис панданної зони не враховує дефекти шорсткості, геометрії та ексцентриситету інструмента, оскільки неможливо передбачити ці параметри заздалегідь. Тому, у подальшому необхідно провести дослідження панданної зони елементарних технологічних об'єктів, які мають чіткий математичний опис своєї геометрії.

Ключові слова: верстат, інструмент, панданна зона.

Вступ

Зона, у якій періодично присутня маса різального інструмента і деталі, є дуже важливим параметром у процесі металообробки. Саме у цій зоні відбуваються процеси руйнації надлишкової маси та процеси торкання вимірювальними інструментами. Отже, форма панданної зони буде визначати точність отриманого виробу. Різальний інструмент, як засіб отримання деталей необхідної

форми виконує низку специфічних рухів у просторі, знищуючи надлишковий матеріал заготовки.

Для того, щоб різальний інструмент мав можливість реалізувати процес формотворення деталі він повинен мати відповідний об'єм у просторі верстата. Форма та параметри цього об'єму повинні відповідати технологічним задачам, які заплановано до виконання означеним верстатом. Якщо не виконуються ці умови (об'єм), то верстат або не виконує свої технологічні завдання або це призводить до аварійної ситуації.

Визначення поняття панданної зони інструмента є суто авторське дослідження [1] на теренах металообробки різанням.

Мета роботи - показати підґрунтя виникнення панданної зони типових різальних інструментів у металообробці.

Постановка задачі

Об'єм, у якому рухається інструмент, становить його панданну зону. Специфіка панданної зони інструмента полягає в тому, що при процесі формотворення панданна зона інструмента має дві властивості. По-перше, вона повинна бути максимально точною геометрично, оскільки визначає кінцеву точність деталі. По-друге, панданна зона різального інструмента руйнує панданну зону заготовки або деталі і створює нову з новою геометрією.

Панданна зона різального інструмента

Для того, щоб зрозуміти ці нюанси взаємодії звернемося до конкретних прикладів. Спочатку розглянемо токарну обробку (рис.1). При токарній обробці деталь, що обертається, створює навколо себе панданну зону, на товщину якої впливає ексцентриситет кріплення вісі, хвилястість поверхні та її шорсткість. У процесі різання інструмент, наприклад, проходить відстань l з подачею S_i . При цьому він утворює нову поверхню деталі з своєю панданною зоною. Є вочевидь, що інструмент при цьому руйнує первинну панданну зону деталі за допомогою своєї панданної зони. При цьому панданна зона інструмента приблизно становитиме

$$\Pi_i = (l + l_i) \cdot h_i \cdot d_i + V_{об.і} \quad (1)$$

де $V_{об.і}$ – об'єм інструмента.

Залежність (1) показує величину панданної зони інструмента лише при робочому ході під час різання. Але для того, щоб потрапити у цю зону, інструмент повинен виконати складну траєкторію руху із системи накопичення. Наприклад, якщо він знаходиться у револьверній головці верстата, повинен виконати обертальний рух перш, ніж потрапить до своєї робочої панданної зони. Мало того, його панданна зона перетинає панданні зони інших інструментів. Якщо це не буде враховано виникне аварійна ситуація. Визначитися з пересіченням панданних зон можливо лише за знання законів руху інструмента, тобто координат миттєвої присутності його маси.

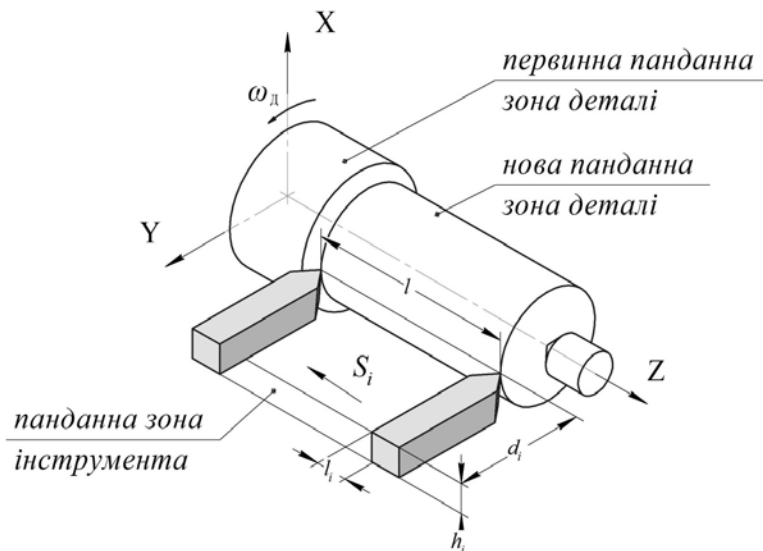


Рис. 1. Панданна зона токарного інструмента

Фрезерна обробка має інший характер і, як наслідок, свої специфічні особливості. Ці особливості, у першу чергу, стосуються фрезерного інструмента (рис. 2).

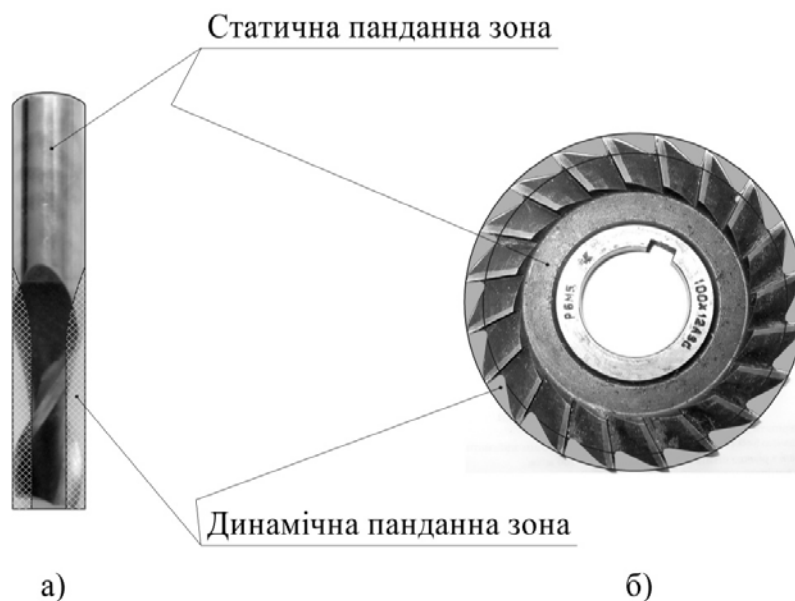


Рис. 2. Первинні панданні зони фрезерного інструмента, де:
а) пальцева фреза; б) дискова фреза

На відміну від токарної обробки у фрезерній обертається інструмент, а не деталь, яка зазвичай виконує зворотно-поступальні рухи. Тому фрезерний інструмент створює свою панданну зону на засадах різальних зубців.

Отже, у фрезерного інструмента можна виділити дві підзони. По-перше, це статична панданна зона, яка приймає посередню участь у силівій конструкції

фрези. По-друге, - різальні зубці, які саме своєю конфігурацією створюють динамічну панданну зону, яка приймає безпосередню участь у обробці деталі.

На утворення розмірів та геометрії динамічної панданної зони фрези впливають ті ж самі чинники, що і для всіх тіл, які обертаються навколо своєї осі. Для фрез це, в першу чергу, точність виконання форми та розмірів і, по-друге, ексцентриситет обертання. Для дискових фрез ще додається відхилення по торцю. Вирахувати розміри панданних зон фрези вкрай важко. Можна лише зробити її приблизну оцінку. Причиною цієї проблеми є емпіричний розрахунок форми інструмента [2], який не піддається опису через сувору математичну залежність.

Рух фрез як таких має зворотно-поступальний та плоскопаралельний характер (рис. 3).

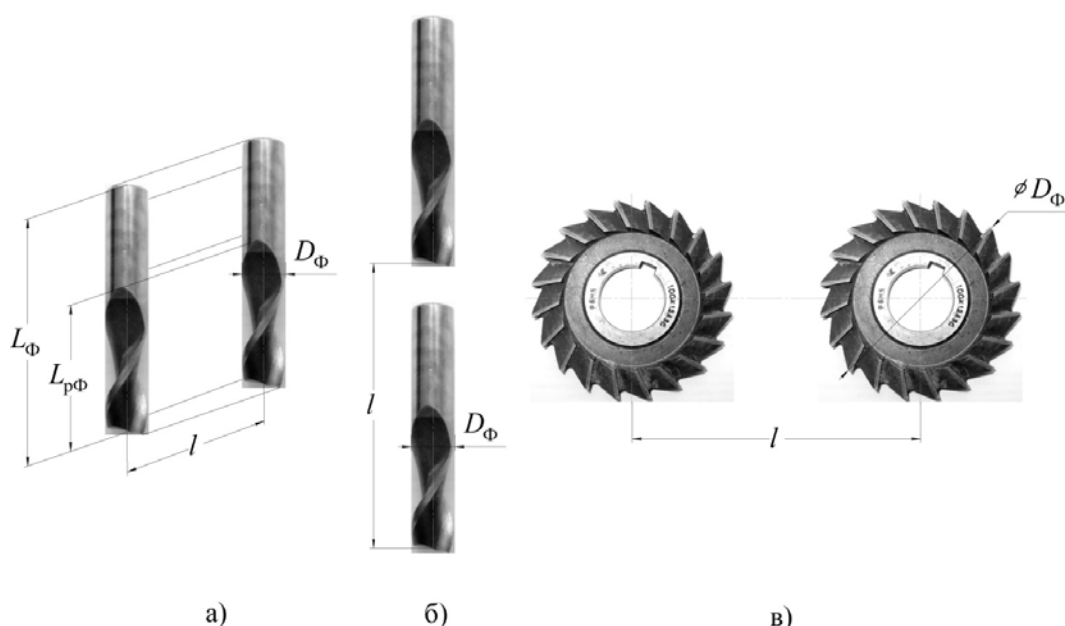


Рис. 3. Панданна зона фрезерного інструмента, де: а), б) панданна зона пальцевої фрези; в) панданна зона дискової фрези

При плоскопаралельному русі пальцевої фрези (рис. 3а) приблизна величина загальної панданної зони може бути визначена за виразом:

$$\ddot{I}_{\delta} = l \cdot L_{\delta} \cdot D_{\delta} + \frac{\pi D_{\delta}^2}{4} \cdot L_{\delta}, \quad (2)$$

де l – довжина робочого проходу фрези, L_{ϕ} – загальна довжина фрези, $L_{рф}$ – довжина різальної частини фрези, D_{ϕ} – діаметр фрези.

Динамічна панданна зона при цьому матиме наступні розміри

$$\ddot{I}_{\delta} = l \cdot L_{\delta\delta} \cdot D_{\delta} + \frac{\pi D_{\delta}^2}{4} \cdot L_{\delta\delta}. \quad (3)$$

При зворотно-поступальному русі (рис. 3б) пальцевої фрези приблизна величина загальної панданної зони може бути визначена за виразом

$$\ddot{I}_{\delta} = l \cdot \frac{\pi D_{\delta}^2}{4} + \frac{\pi D_{\delta}^2}{4} \cdot L_{\delta} . \quad (4)$$

Для дискової фрези панданна зона становитиме

$$\ddot{I}_{\delta} = D_{\delta} \cdot l \cdot h_{\delta} + \frac{\pi D_{\delta}^2}{4} \cdot h_{\delta} , \quad (5)$$

де h_{ϕ} – товщина фрези.

Як і при токарній обробці, процес формотворення деталі відбувається при перетині панданних зон деталі та інструмента. Отже, як наслідок, після обробки деталь отримує нову панданну зону, цілком залежну від точності виконання її форми та шорсткості поверхні, а також режимів обробки.

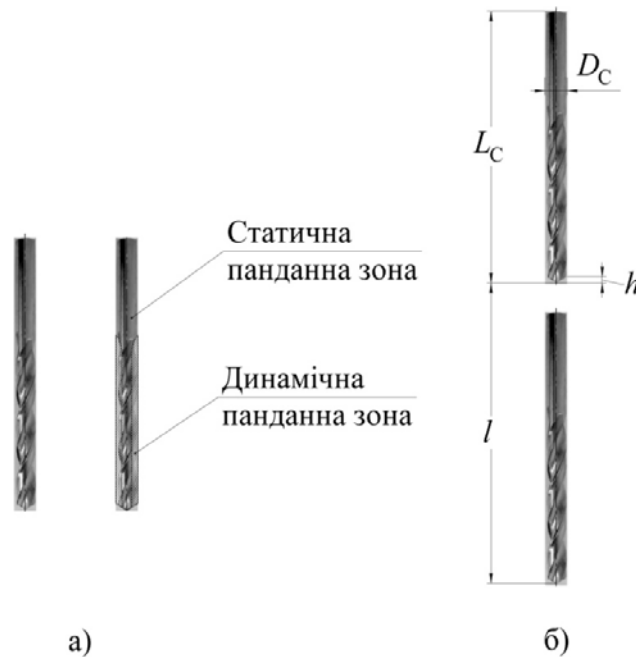


Рис. 4 Панданна зона свердла:

а) панданні зони свердла; б) панданна зона під час руху свердла.

Свердлування як різновид механічної обробки є найпростішим з погляду на створювану свердлом панданну зону, хоча і є певна схожість з фрезеруванням (рис. 4,а, 4,б). Не важко помітити, що свердло за своєю конструкцією дуже нагадує пальцеву фрезу (рис. 2,а).

Так само, як і фреза, свердло має дві панданні підзони. Статична панданна зона, яка є посередником передачі енергії у динамічну панданну зону, хоч і не приймає безпосередньої участі у формуванні отвору, являє собою важливу частину конструкції інструмента. Як і для фрези, розміри панданної зони визначаються точністю виконання геометрії та ексцентриситетом осі обертання. Приблизно визначитися з розмірами панданної зони свердла (рис. 4,б) можна за наступним виразом

$$P_c = \frac{\pi D_c^2}{4} (l + L_c - h). \quad (6)$$

Особливістю свердлування є те, що панданна зона зробленого отвору практично співпадає з динамічною панданною зоною свердла. Аналогічне явище можна спостерігати при торцевому фрезеруванні пальцевою фрезою або зенкуванні отворів. Кількість подібних випадків у металообробці є досить обмеженою, наприклад, розгортання або хонінгування. У цьому випадку спостерігається дуже велика точність геометрії поверхні, яку утворює панданна зона інструмента.

Висновки

При підведенні загального підсумку необхідно зауважити, що наразі наведений опис панданної зони (1 - 6) не враховує дефекти геометрії та ексцентриситету інструмента одночасно з його шорсткістю. Основна причина, як вже вказувалося у неможливості передбачити ці параметри заздалегідь і це складає низку труднощів при розрахунках. Тобто, у таких випадках розрахунки легше замінити експериментальними дослідженнями з наступним записом результатів у систему CNC верстата.

У подальшому необхідно провести дослідження панданної зони елементарних технологічних об'єктів, які мають чіткий математичний опис форми.

Література

1. Тимчик Г.С. Фізичні засади технології ТОНТОР: монографія / Г.С.Тимчик, В.І. Скицюк, М.А. Вайнтрауб, Т.Р. Клочко. - К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 352 с., іл. – Бібліогр.: с. 342–349. – 300 пр.
2. Металлорежущие инструменты: Учебник для вузов по специальностям «Технология машиностроения», «Металлорежущие станки и инструменты» / Г. Н. Сахаров, О. Б. Арбузов, Ю. Л. Боровой и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.: ил.

В. И. Скицюк

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

ПАНДАННАЯ ЗОНА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И ДЕТАЛИ. Часть 1

Панданная зона режущего инструмента и детали есть пространство, в котором происходят процессы разрушения избыточной массы и процессы касания детали измерительными инструментами. Определение понятия панданной зоны инструмента является исключительно авторским исследованием.

Цель работы - обоснование явления возникновения панданной зоны типовых режущих инструментов в металлообработке. Поскольку инструмент исполняет ряд специфических движений в пространстве, то он имеет объем, соответствующий траектории движения, форма и параметры которого должны соответствовать технологическим задачам формообразования детали. Если не выполняются эти условия, то станок или не выполняет свои технологические задания, или это приводит к аварийной ситуации.

В итоге необходимо констатировать, что приведенное описание панданной зоны не учитывает фактор дефектов шероховатости, геометрии и эксцентриситета инструмента, поскольку нет возможности предвидеть эти параметры. Поэтому в дальнейшем необходимо провести исследования панданной зоны элементарных технологических объектов, которые имеют четкое математическое описание геометрических размеров.

Ключевые слова: станок, инструмент, панданная зона.

V.I. Skitsiouk

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

PANDANIC ZONE OF THE CUTTING TOOL AND THE DETAIL (Part 1)

The pandanic zone of the pair of cutting tool and detail is the zone of processes of occurring of break-up of excess mass as well as of processes of touching of detail with the measuring instruments. The definition pandanic zone of instrument is the properly author's research.

The purpose of this work is substantiation of the event of generation of pandanic zone of typical cutting tools during the process of treating metals. As the cutting tool operates with various specific movements, there exists some space corresponding for its trajectory of movement. The shape and parameters of such space have to correspond with technological aims of forming of shape of detail. In case of non-observance of such conditions, there possible events of non-realising of technological tasks with the machine-tool, or of originating of hazard situation.

Summarising, one has to point that the given definition of pandanic zone does not takes into account the defects of roughness, geometry and eccentricity of cutting tool, for it is impossible to predict values of this parameters in advance. So the following research has to be concentrated on examining of structure of pandanic zones of elementary technological objects having the detailed mathematical description of their geometry.

Keywords: machine-tool, cutting tool, pandanic zone.

*Надійшла до редакції
31 серпня 2010 року*