

ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ВИХІДНА ІНСТРУМЕНТАЛЬНА ПОВЕРХНЯ У ПРОЦЕСІ ФОРМОУТВОРЕННЯ

С. В. Швець, канд. техн. наук, доцент,
Сумський державний університет, м. Суми,
E-mail: shvets46@yandex.ru

У статті показані деякі обмеження теорії формоутворення поверхонь, пов'язані з існуючою термінологією. Запропоновані нові терміни, такі, як «кінематична характеристика» та «кінематична вихідна інструментальна поверхня». На цій підставі зроблено уточнення визначень характеристики та вихідної інструментальної поверхні.

Ключові слова: поверхня, деталь, утворення, рухи, інструмент, контакт.

ВСТУП

Теорія формоутворення поверхонь базується на притаманних їй поняттях, таких як поверхня деталі D , вихідна інструментальна поверхня I , характеристика E . Однозначність понять дозволяє застосовувати теорію для розв'язання певних задач. Що стосується згаданої теорії, то це конструювання інструмента (з попереднім визначенням вихідної інструментальної поверхні) при наявному кресленні деталі та відомих рухах верстата (пряма задача), перевірка форми поверхні деталі при використанні відомого інструмента і відомих рухах верстата (обернена задача), або визначення кінематики верстата для утворення заданої поверхні деталі відомим інструментом (кінематична задача).

Процес формоутворення можна уявити як роботу деякого механізму, що складається із двох ланок: поверхні деталі D та вихідної інструментальної поверхні I . Ці поверхні контактують по лінії E , яка називається характеристикою [1]. Поверхня D – це реальна поверхня, яка обмежує готову деталь. Поверхня I має декілька визначень. По-перше, вихідна інструментальна поверхня, – це така поверхня, яка обмежує робочу частину інструмента і на ній розміщуються різальні кромки, або це множина точок у системі координат, пов'язаній з інструментом [1].

Це легко уявити аналізуючи фрезу або свердло. Циліндрична фреза обмежена умовною циліндричною поверхнею I , на якій розміщуються різальні кромки (рис. 1 а). Свердло (рис. 1 б) обмежене з торця конічною поверхнею I_1 , на якій розміщуються головні різальні кромки, та циліндричною поверхнею I_2 , на якій розміщуються допоміжні різальні кромки.

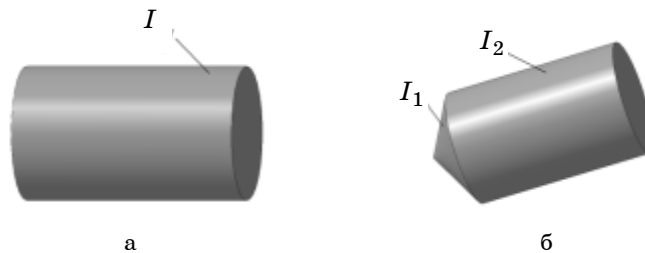


Рисунок 1 – Приклади вихідної інструментальної поверхні, що обмежує робочу частину інструмента

За іншим визначенням [2], вихідна інструментальна поверхня утворюється профілюючими різальними кромками інструмента в їх русі

відносно системи координат, пов'язаної з інструментом. Це просто інша мовна модель показаних на рис. 1 поверхонь.

Але як бути з прохідним різцем? Тут взагалі інструмент контактує з поверхнею деталі не по лінії, а в точці. Отже характеристика відсутня? А якщо зважити на наведене вище визначення вихідної інструментальної поверхні, то для різця це передня і задня поверхні! І тоді виявляється, що таке поняття, як характеристика, не є загальним для процесу обробки будь-яким інструментом. А це уже, як мінімум, недоліки теорії.

Є твердження, що можливі випадки, коли при формоутворенні вихідної інструментальної поверхні не існує і утвореною бути не може [2]. Як приклад, згадується «чистовове затилування геометрично точних модульних, шліцьових, фасонних черв'ячних фрез».

Виходимо з того, що у процесі обробки поверхня I торкається поверхні D . Але не може рухатися відносно поверхні деталі те, що не існує. А отже, не можна говорити і про класи кінематичної схеми формоутворення. Якщо можливі умови, коли не існує основних понять теорії (характеристика, вихідна інструментальна поверхня, класи кінематичної схеми формоутворення), то тоді виникають сумніви щодо справедливості самої теорії. Мета цієї статті полягає у заповненні прогалини у визначенні основних понять теорії формоутворення поверхонь.

1 КІНЕМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ВИХІДНА ІНСТРУМЕНТАЛЬНА ПОВЕРХНЯ

Нехай циліндрична поверхня деталі обробляється циліндричною поверхнею інструмента. Інструмент обертається навколо своєї осі, перпендикулярної до осі заготовки, для створення головного руху різання D_r і одночасно рухається вздовж осі заготовки (осьова подача). Обертається і деталь (кругова подача).

У цьому випадку, щоб зберегти поняття характеристики, П. Р. Родін використовує допоміжну поверхню T [1]. Ця поверхня повинна торкатися інструмента по лінії E_1 та деталі по лінії E_2 [3]:

$$E_1 = T \cap I = \{x : x_i \in T, x_i \in I\}, i = 1, 2, \dots, n,$$

$$E_2 = T \cap D = \{x : x_i \in T, x_i \in D\}, i = 1, 2, \dots, m.$$

Оскільки лінії E_1 і E_2 знаходяться в одній площині, то повинні перетинатися у деякій точці E . У цій точці і відбувається контакт поверхонь I та D :

$$E = E_1 \cap E_2 = \{x : x_i \in E_1, x_i \in E_2\}, i = 1.$$

І все знову зводиться до точкового контакту. Щоб аналізувати лінійний контакт поверхонь I та D , необхідно утворену точку контакту поширити по поверхні D з допомогою руху подачі, можна сказати, що цей рух «розтягує» точку контакту в кінематичну характеристику E_k . Для поширення процесу різання на усю поверхню деталі заготовка обертається, створюючи кінематичну вихідну інструментальну поверхню I_k .

Якщо вихідна інструментальна поверхня – це множина точок контакту поверхонь I та D у системі координат, пов'язаній з інструментом [1], то при точінні, щоб утворити циліндричну поверхню деталі, вершина різця (точка) повинна, завдяки відповідним рухам, створити умовну циліндричну поверхню, яка, насуваючись на заготовку, відділяє припуск від поверхні деталі (рис. 2). За цією схемою D – циліндр і I_k – циліндр.

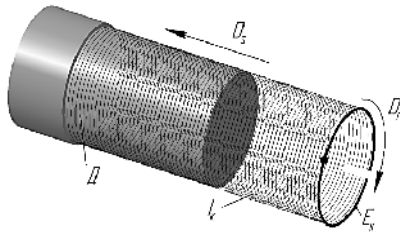


Рисунок 2 – Утворення кінематичної вихідної інструментальної поверхні і її рух «сама по собі»

Проте вихідна інструментальна поверхня I_k створена кінематично. Твірною цього циліндра є кінематична характеристика E_k , яка утворюється головним рухом різання D_r вершини різця по колу. Напрямною є рух подачі D_s . Саме визначення подачі (поширення процесу різання на усю поверхню заготовки) збігається з процесом насунання поверхні I_k на заготовку. Відповідно до визначених П. Р. Родіном класів кінематичної схеми формоутворення [1] це буде нульовий клас, бо вихідна інструментальна поверхня при роботі прохідного різця рухається «сама по собі». Отже, використання кінематичної характеристики і кінематичної вихідної інструментальної поверхні зберігає термінологію теорії формоутворення під час роботи будь-якого інструмента.

Так само під час роботи протяжки вихідна інструментальна поверхня рухається «сама по собі» і є кінематичною, бо характеристика, яка збігається з профілем деталі, поширюється на усю поверхню D під час руху протяжки. Залежно від методу формування поверхні леза протяжки контактують з D точково або лінійно. При генераторному методі контакт точковий і характеристика створюється кінематично завдяки конструктивній подачі. При профільному методі характеристика відповідає різальній кромці калібрувального зуба. І тут вихідна інструментальна поверхня рухається «сама по собі».

Розглянуті приклади показують, що встановлення форми вихідної інструментальної поверхні та класу кінематичної схеми формоутворення не дає однозначної відповіді про вид і конструктивні особливості інструмента. Як бачимо, нульовий клас і циліндрична I при обробці циліндричної поверхні може відтворюватися прохідним різцем, шліфувальним кругом, протяжкою.

При розв'язанні прямої задачі формоутворення визначення вихідної інструментальної поверхні ще не означає однозначного визначення виду і типу інструмента. Скажімо, I циліндр, що повинен рухатися «сам по собі». Коли твірна у вигляді кола є різальною кромкою, то це може бути протяжка, або довбальний інструмент. Якщо при точковому контакті твірну створити кінематично, тоді це різець. Зовсім різні інструменти.

При встановленні класу кінематичної схеми формоутворення визначальним є рух I відносно D (прямолінійний, гвинтовий, обергальний, митевий обергальний, митевий обергальний із ковзанням). Звісно, що форма поверхні деталі залежить від відносного руху поверхонь D та I , а також від форми I . При цьому вихідна інструментальна поверхня може бути утворена двома способами: або це така поверхня, яка проходить через контактуючі з поверхнею D різальні кромки, або це поверхня, створена кінематично множиною точок контакту поверхні D та лез інструмента. Тому для розглянутих прикладів визначення вихідної інструментальної поверхні як обвідної послідовного положення у просторі поверхні деталі [1] враховує умови контакту лез інструмента з деталлю та руху I відносно D .

2 ПОВЕРХНЯ, НА ЯКІЙ РОЗМІЩУЮТЬСЯ РІЗАЛЬНІ КРОМКИ

Поверхня може утворюватися під час руху твірної по напрямній, або навпаки, твірна стає напрямною, а напрямна – твірною [4]. Є такі поверхні, коли мінятися місцями твірна і напрямна не можуть – лише

твірна рухається по напрямній. При цьому координатні лінії можуть бути «жорсткими», коли під час руху одна за одною лінії зберігають свою форму, або не «жорсткими», коли при переміщенні вони безперервно змінюють свою форму.

Тому утворення вихідної інструментальної поверхні, показаної на рис. 2, може відбуватись не лише при твірній у вигляді кола і прямолінійній напрямній. Може пряма, або просторова лінія рухатись по колу. Така твірна може утворюватись кінематично точкою, а може бути матеріальною. Якщо зважати на визначення, що вихідна інструментальна поверхня є обвідною послідовних положень у просторі поверхні деталі, то у цьому випадку вихідна інструментальна поверхня збігається з поверхнею деталі, рухається «сама по собі», але на відміну від показаного на рис. 2 відносний рух буде не поступальний, а обертальний.

При цьому не можна однозначно виявити вид і тип різального інструменту. Нехай характеристика E – якась крива лінія – одночасно є різальною кромкою K і твірною T для утворення задньої поверхні A (рис. 3).

Обертаючи її навколо деякої осі (напрямна – коло), отримаємо круглий фасонний різець. Така поверхня може бути утворена або під час руху твірної по напрямній, або коли за криву взяти напрямну, а інша координатна лінія буде не «жорсткою». При цьому, звичайно, форма характеристики E (твірної) залежить від форми деталі. Проте розміри і форма задньої поверхні не однозначні. Якщо за напрямну взяти пряму лінію, то утвориться задня поверхня призматичного різця. Отже, для утворення однієї і тієї самої поверхні D можуть використовуватись круглі різці з різними зовнішніми діаметрами, призматичні різці. Крім того, поверхню, яка обмежує круглий фасонний різець (рис. 3), при можливості її обертання навколо осі симетрії, можна перетворити на фасонну фрезу.

Так само і з інструментом для нарізування зубчастих коліс. Характеристика – це вихідний контур зубонарізної рейки. Використовуючи її як твірну, можна залежно від напрямної отримати різні типи зубонарізного інструмента: пряма – зубонарізна гребінка; коло – гребінчаста фреза; гвинтова лінія – черв'ячна фреза.

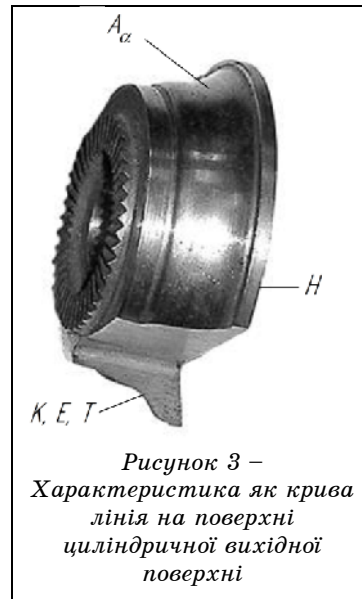


Рисунок 3 –
Характеристика як крива
лінія на поверхні
циліндричної вихідної
поверхні

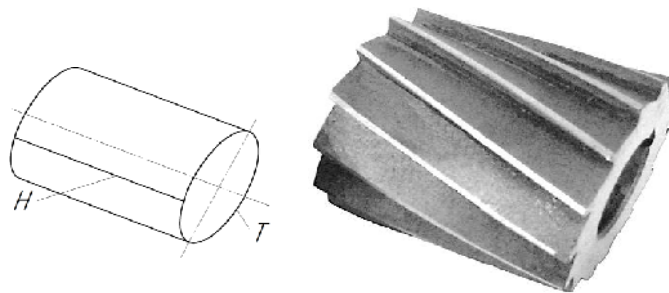


Рисунок 4 – Характеристика збігається з координатною лінією циліндричної вихідної поверхні

Циліндричну фрезу з гвинтовими зубами обмежує циліндрична поверхня (рис. 4). Діаметр її здебільшого не залежить від форми D , і різальні кромки не збігаються з характеристикою, бо характеристика E дорівнює H . Цей інструмент створює точковий контакт з деталлю, характеристика утворюється поступальним рухом точки контакту гвинтової різальної кромки з поверхнею деталі під час здійснення головного руху різання.

Отже, визначальним параметром взаємодії поверхні деталі з інструментом у цих випадках є характеристика та способи її утворення.

Тому при розв'язанні прямої задачі формоутворення, необхідно проаналізувати можливі методи утворення характеристики, а потім, враховуючи необхідні і наявні на верстаті рухи, створити систему просторового розміщення різальних кромки. Якщо різальна кромка лежить на поверхні обертання і збігається з характеристикою, то це може бути фасонний різець, або циліндрична фреза з прямим зубом. Головний рух різання у першому випадку одночасно поширює процес різання на усю поверхню, а у другому випадку необхідна ще і кругова подача.

Якщо твірна не збігається з різальною кромкою, то тоді це фреза із гвинтовими зубами.

Отже, визначення виду і типу різального інструменту при відомих методах утворення характеристики остаточно залежить від досвіду, знань та творчих здібностей конструктора.

ВИСНОВКИ

1. Наявність понять «кінематична характеристика» та «кінематична вихідна інструментальна поверхня» дозволяє використовувати положення теорії формоутворення поверхонь без обмежень та винятків.

2. Як і раніше поверхня деталі D є ланкою деякого механізму, яка у процесі видалення припуску із заготовки контактує з іншою ланкою – вихідною інструментальною поверхнею I . При цьому характеристика – це лінія, по якій контактують поверхні D та I і по якій припуск відділяється від поверхні деталі при реалізації відповідного класу формоутворення. Характеристика може бути різальною кромкою (фасонний різець, циліндрична фреза з прямим зубом, черв'ячна фреза), уявною лінією (циліндрична фреза з гвинтовим зубом, протяжка, яка працює за генераторним методом, прохідний різець).

3. Основне визначення вихідної інструментальної поверхні – це обвідна послідовних положень у просторі поверхні деталі. На ній розміщується характеристика. Може бути створена множиною точок контакту леза з поверхнею деталі (прохідний різець, протяжка, що працює за генераторним методом, циліндрична фреза з гвинтовим зубом), може бути поверхнею, на якій розміщуються різальні кромки калібрувальної частини інструмента (циліндрична фреза з прямим зубом, протяжка, що працює за профільним методом, фасонний різець). Щодо інших визначень, то це виняткові випадки від вищенаведеного.

ХАРАКТЕРИСТИКА И ИСХОДНАЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ В ПРОЦЕССЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ

*С. В. Швец, канд. техн. наук, доцент
Сумский государственный университет, г. Сумы, Украина;*

В статье показаны некоторые ограничения теории формообразования поверхностей, связанные с существующей терминологией. Предложены новые термины, такие, как "кинематическая характеристика" и "кинематическая исходная инструментальная поверхность". На этом основании сделано уточнение определений характеристики и исходной инструментальной поверхности.

Ключевые слова: поверхность, деталь, образование, движение, инструмент, контакт

CHARACTERISTIC AND THE INITIAL TOOL SURFACE IN THE COURSE OF FORMATION OF SURFACES

*S.V. Shvets, PhD, Associate Professor,
Sumy State University
2, Street Rimskogo-Korsakova, 40007, Sumy, Ukraine;
E-mail: shvets46@yandex.ru*

In the paper some limitations of the theory of formation of the surfaces, connected with an existing terminology are shown. New terms, such as "kinematic characteristics" and " kinematic initial tool surface" are offered. On this basis more precise definitions of the characteristics and the saurce of the tool surface is given.

Key words: *surface, detail, formation, traffic, tool, contact.*

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Родин П. Р. Основы формообразования поверхностей резанием / П. Р. Родин. – К. : Вища школа, 1977. – 192 с.
2. Радзевич С. П. Формообразование поверхностей деталей. Основы теории / С. П. Радзевич. – К. : Растан, 2001. – 592с.
3. Швець С. В. Основи формоутворення поверхонь різанням / С. В. Швець. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 127 с.
4. Лашнев С. И. Геометрическая теория формирования поверхностей режущими инструментами / С. И. Лашнев, А. Н. Борисов, С. Г. Емельянов; под ред. Лашнева С. И. - Курск: Курск. гос. техн. ун-т, 1997. – 391 с.
5. Семенченко И. И. Проектирование металлорежущих инструментов / И. И. Семенченко, В. М. Матюшин, Г. Н. Сахаров; под ред. И. И. Семенченко. – М. : Машгиз, 1963. – 952 с.

Надійшла до редакції 5 травня 2012 р.