



Вихідна інструментальна поверхня та проектування різального інструменту

С. В. Швець¹⁾

¹⁾ Сумський державний університет, вул. Римського-Корсакова, 2, 40007, Суми, Україна

Article info:

Paper received:

05 May 2014

The final version of the paper received:

08 September 2014

Paper accepted online:

07 November 2014

Correspondent Author's Address:

¹⁾ shvets46@yandex.ua

У статті показані слабкі місця теорії проектування різального інструменту на підставі поняття вихідної інструментальної поверхні. Проаналізовані практичні підходи під час утворення різних поверхонь деталей. Визначено поняття кінематичної вихідної інструментальної поверхні. Запропоновано алгоритм проектування різального інструмента за наявності деякої множини вихідних інструментальних поверхонь.

Ключові слова: поверхня, деталь, формування, рух, інструмент, контакт.

1. ВСТУП

Визначення єдиних законів та закономірностей конструювання різальних інструментів, створення загальної методики їх розрахунків дозволили б раціонально вирішувати практичні завдання інструментальної підготовки виробництва.

Існуючі системи автоматизованого проектування (САПР) різального інструменту – це спеціальні розрізнені програми для розрахунків окремих видів (у більшості типів) інструментів чи параметризовані креслення у середовищах КОМПАС, T-Flex, SolidWorks та ін. Завдання формалізації створення нових інструментів за наявними умовами не вирішене. Визначення гальмівних факторів при вирішенні цієї проблеми є надзвичайно актуальним завданням.

На цей час окреслені загальні підходи до вибору інструментальних матеріалів та механізмів їх кріплення [1], установлені спільні конструктивні елементи різних інструментів, вимоги до їх точності та до якості робочих поверхонь лез.

Є спроби узагальнити процес проектування робочої частини інструмента [2, 3]. В основу такої методики (єдиний підхід до проектування усіх видів інструментів) П. Р. Родін поклав [2] дві ланки (поверхня деталі D та вихідна інструментальна поверхня I) діючого під час обробки механізму. За формою вихідної інструментальної поверхні проектується різальний інструмент. Вважається, що різальний інструмент – це тіло, обмежене вихідною інструментальною поверхнею, яка має здатність зрізувати метал, що контактує з нею у процесі обробки. І тоді послідовність проектування здається очевидною: визначається I , що контактує з D при відомій схемі обробки, та перетворюється тіло, обмежене I у працездатний різальний інструмент.

Проте у більшості випадків (обточування, розточування, фрезерування, шліфування) форма вихідної інструментальної поверхні однозначно не визначається ні формою деталі, ні наявними відносними рухами згаданих двох ланок. Контакт між ними може бути лінійним (постійним або періодичним) чи точковим (також постійним або періодичним).

Для створення на I різальних кромок пропонується [2] зважати на те, що форма обробленої поверхні залежить від форми та розмірів різальних кромки інструмента і його рухів стосовно заготовки. Інколи це дійсно так (фасонний різець), але абсолютної відповідності немає. Траєкторія руху стругального різця може бути будь-якою, щоб вона знаходилася на обробленій поверхні. Дуже вдалий приклад із прохідним токарним різцем із прямолінійною чи з дуговою різальною кромкою – він утворить таку саму циліндричну поверхню деталі. Незалежно від форми різальної кромки поверхню деталі у цьому випадку формує вершина різця.

І тому таку методика загального підходу до проектування усіх видів та типів інструментів ще не можна вважати завершеною.

Саме через це С. І. Лашнев та інші [3], не використовуючи поняття вихідної інструментальної поверхні, проаналізували залежність форми робочої частини інструмента від умов його контакту з поверхнею деталі та припуском і наявних рухів. На цій підставі запропонована геометрична формула різального інструменту, складові якої настільки глибоко і всебічно відбивають умови металообробки, що її можна вважати стенографічним записом інструментального забезпечення технологічної операції. Неоднозначність вирішення такого завдання (створення робочої частини) приводить до розроблення альтернативних конструкцій різального інструменту.

Крім того, відображення геометричної формули вимагає від конструктора повних і якісних знань стосовно різального інструменту та умов його використання, наявність яких уже не потребує застосування формули.

Отже, намагання узагальнити та формалізувати методику проектування різних видів і типів інструментів ще не дали бажаних результатів. Таким чином, мета статті – окреслити реальні можливості теорії, яка базується на понятті вихідної інструментальної поверхні, щодо формалізації процесу проектування різального інструменту.

2. ГЕОМЕТРИЯ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛІ

Розглядаючи процес формоутворення як взаємодію двох ланок (поверхня деталі D та вихідна інструментальна поверхня I), необхідно, по-перше, визначити, які бувають переважно поверхні деталей (площина, циліндр, конус та ін.) та які існують практичні способи їх утворення.

По-друге, дослідити, які форми поверхонь і яким чином, контактуючи з поверхнею деталі, можуть вважатися другою ланкою процесу формоутворення – вихідною інструментальною поверхнею. Установивши форму цієї другої ланки, можна реально розмірковувати над тим, яке матеріальне тіло, завдяки яким рухам зможе її відтворити. Тоді це тіло може бути базовим для розроблення різального інструменту.

Поверхні деталей складаються із таких геометричних форм, як площина, циліндр, конус, гвинтова поверхня, евольвентна поверхня. Різальний інструмент при будь-якому контакті (точковому чи лінійному) повинен, завдяки відповідним рухам, окреслити відповідну поверхню.

Геометрично поверхня створюється двома координатними лініями: твірною та напрямною. Якщо різальна кромка повністю контактує з поверхнею деталі, то тоді контакт лінійний і її можна вважати твірною майбутньої поверхні. Завдяки результуючому руху різання, який і є напрямною, створюється відповідна поверхня.

Коли різальна кромка має точковий контакт із поверхнею деталі, тоді необхідно через цю точку провести траєкторію, яка й буде твірною для означеної поверхні деталі (або створити кінематичну характеристику [4]), а потім цю твірну спрямувати по необхідній напрямній.

Формоутворення як рух твірної по напрямній дослідили С. І. Лашнев, А. Н. Борисов, С. Г. Смельянов [3]. Причому є поверхні, де лінію, яка на цей час вважається твірною, можна призначити напрямною, а напрямну використати як твірну. Але є і такі, де цього зробити не можливо. Отже, поверхні деталей класифікуються як такі, що: допускають рух як по напрямній, так і по твірній; допускають рух лише по напрямній. Крім того, є поверхні, у яких: кожна із координатних ліній під час руху твірної по напрямній зберігає свою форму – ці лінії «жорсткі»; одна із координатних ліній під час руху твірної по напрямній зберігає свою форму – лише тоді ця лінія «жорстка»; обидві координатні лінії під час руху змінюють свою форму.

Контакт між інструментом та деталлю може бути лінійним або точковим. За наявності хоч би однієї «жорсткої» координатної лінії її можна відтворювати як точкою (точковий контакт плюс відповідний рух), так і лінією (різальна кромка, або множина точок контакту абразивного інструменту).

Якщо координатні лінії при утворенні поверхні змінюють свою форму, то обробка такої поверхні можлива лише при точковому контакті інструмента з деталлю, тому що не існує таких інструментів, форма робочої частини у яких може змінюватися під час їх роботи. Навіть використання сучасних верстатів із ЧПК, змінюючи параметри відносних рухів і траєкторій, не може змінити форму різальних кромок під час різання.

Отже, якщо розглядати процес формоутворення як роботу деякого механізму, що складається із двох ланок (I та D), які контактують по лінії E , то ця лінія може бути або різальною кромкою, або утвореною кінематично при відповідному русі зони точкового контакту.

3. ПРАКТИКА УТВОРЕННЯ НАЙБІЛЬШ ПОШИРЕНИХ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛІ

Щоб пов'язати координатне визначення поверхонь з практикою утворення реальних деталей, необхідно проаналізувати, яким чином можуть бути створені при різних контактах з інструментами найбільш поширені поверхні деталі (площина, поверхня обертання, евольвентна поверхня тощо).

3.1 Площина і лінійний контакт

Сформувати таку поверхню при постійному контакті можна завдяки обертальному руху в цій площині твірної (циківка) чи її поступальному руху вздовж напрямної (зовнішня протяжка). Якщо ж контакт дискретний, то форми траєкторій різальних кромок інструмента у просторі не обмежуються, але вони повинні бути дотичними до напрямної поверхні деталі, наприклад, фрезерування циліндричною фрезею з прямим зубом.

3.2 Площина і точковий контакт

Під час фрезерування площини циліндричною фрезею з гвинтовими зубами маємо точковий контакт (точка A , рис. 1 а) і очевидну лінійну характеристику при взаємодії I (кругового циліндра) та D (площини). Але саме у цьому випадку характеристика утворюється кінематично.

Завдяки головному руху різання D_r для точок гвинтової різальної кромки створюється віртуальна подача D_{S_0} вздовж твірної поверхні деталі, тобто утворюється кінематична характеристика E_k . Обкочування поверхні деталі у напрямку D_l створює послідовність положень, обвідна поверхня яких і буде вихідною інструментальною поверхнею. Рух подачі D_S збігається з напрямною поверхні деталі.

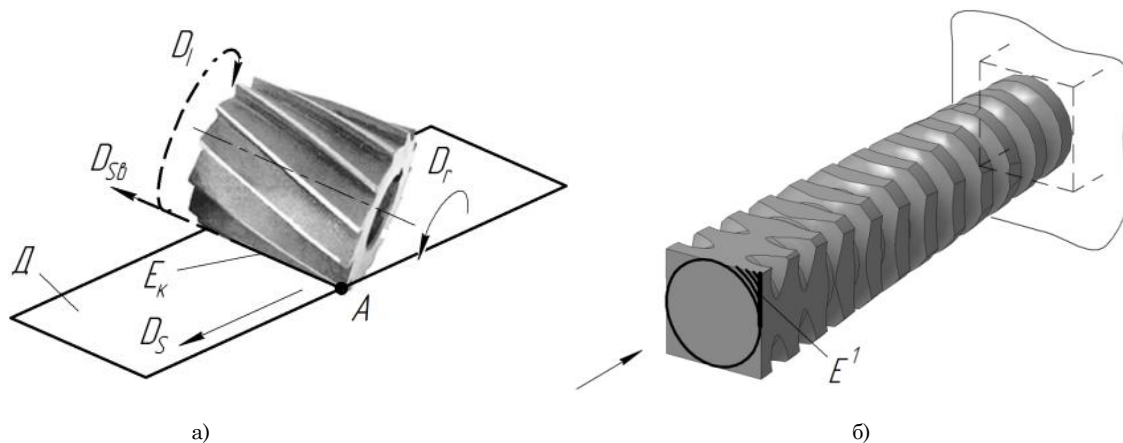


Рис. 1. Точковий контакт при створенні площини: а) фрезою; б) протяжкою

Для створення плоскої грані внутрішньої поверхні використовується протяжка (рис. 1 б). У цьому випадку також маємо точковий контакт лез з поверхнею деталі. Характеристика E^1 утворюється завдяки конструктивній подачі, а вихідна інструментальна поверхня – кінематично, спрямуванням головним рухом різання лінії E^1 вздовж твірної поверхні деталі. Вихідна інструментальна поверхня у формі площини рухається по грані внутрішньої поверхні деталі. Тобто при точковому контакті спочатку за допомогою руху подачі необхідно створити твірну, а потім, використовуючи напрямну (лінію будь-якої форми, яка лежить на площині поверхні деталі), відтворити і саму площину.

Твірна і напрямна можуть мати будь-які форми. І це до безмежності збільшує конструктивні відмінності інструментів, змінює навіть вигляд. Торцева фреза і стругальний різець мають точковий контакт із площиною і лінійну кінематичну характеристику E^1 (напряму) завдяки прямолінійній подачі. Проте лінійна твірна вимагає використання різця, а дуга твірна – торцевої фрези. Спрощення форм координатних ліній зменшує цю різноманітність (кількість типів) навіть у межах одного виду інструменту. Наприклад, теоретично різальні кромки циківки можуть бути дуговими, криволінійним, ламаними і т. д. Але циківка має прямолінійні різальні кромки і відповідну конструкцію.

3.3 Круговий циліндр при лінійному контакті

Точіння круглим фасонним різцем відтворює взаємодію двох матеріальних поверхонь I та D (рис. 2 а). Лінія їх контакту E (характеристика) – це різальна кромка. Рух D_I різальної кромки по напрямній H створює вихідну інструментальну поверхню, і ця поверхня, поверхня обертання, є обвідною послідовних положень поверхні деталі при здійсненні нею головного руху різання D_r .

Під час точіння фасонним різцем є можливість сформувати та досліджувати реальну вихідну інструментальну поверхню. Але і тут немає однозначного вирішення при проектуванні цієї поверхні і інструмента в цілому. Якщо за напрямну взяти не коло, а пряму лінію, то отримаємо призматичний різець. Якщо вісь круглого різця не буде паралельною до осі деталі, отримаємо відмінну від попередньої форму вихідної інструментальної поверхні.

Внутрішню поверхню при лінійному контакті можна створити з допомогою протяжки. Твірна поверхні деталі збігається з твірною вихідної інструментальної поверхні. Це різальна кромка і одночасно характеристика E (рис. 2 б). Рухаючись по прямій напрямній, E створює вихідну інструментальну поверхню, а рух I вздовж своєї осі формує поверхню деталі.

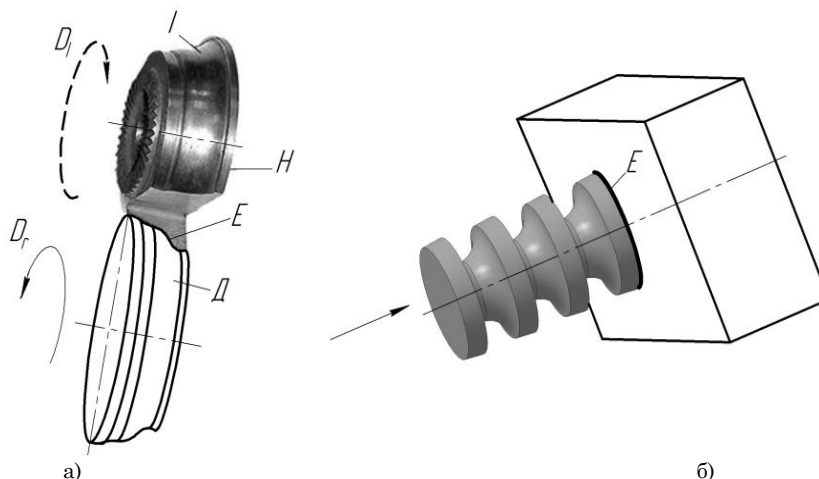


Рис. 2. Лінійний контакт при утворенні тіл обертання: а) фасонний різець; б) кругла протяжка

3.4 Круговий циліндр при точковому контакті

Під час фрезерування поверхні обертання циліндричною фрезою з гвинтовими зубами маємо точковий контакт (точка A , рис. 3 а) і очевидну лінійну характеристику при взаємодії I (кругового циліндра) та D (поверхні обертання).

Характеристика утворюється кінематично. Завдяки головному руху різання D_r для точок гвинтової різальної кромки створюється віртуальна подача $D_{S\theta}$ вздовж твірної поверхні деталі, тобто утворюється кінематична характеристика E_k . Обкочування поверхні деталі у напрямку D_I створює послідовність положень, обвідна поверхня яких і буде вихідною інструментальною поверхнею. Рух подачі D_s збігається з напрямною поверхні деталі. Порівнюючи рис. 1, а з рис. 3 а, можна зазначити, що у розглянутому випадку кривизна напрямної поверхні деталі на форму I не впливає.

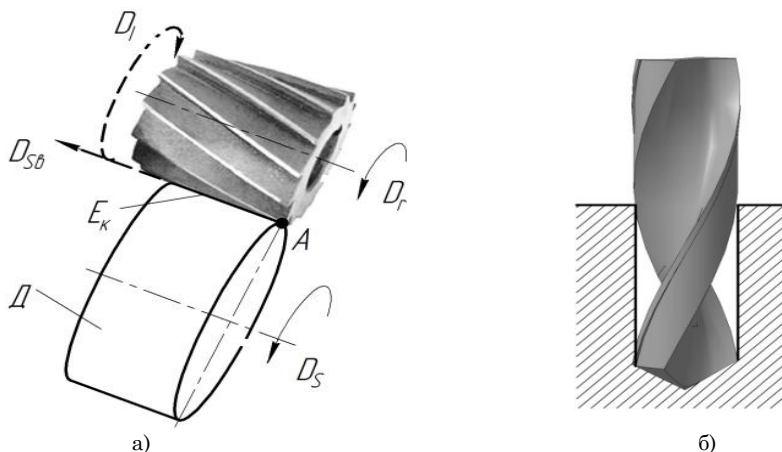


Рис. 3. Точковий контакт при створенні тіл обертання: а) циліндричною фрезою; б) спіральним свердлом

3.5 Евольвентна поверхня при точковому контакті

Така поверхня утворюється при використанні методу центроїдного огинання. Вихідна інструментальна поверхня також евольвентна, тобто така, яка може імітувати зчеплення з поверхнею деталі. Це може бути колесо або рейка. Інструмент як парне колесо показово відтворюється у довбачі (рис. 4 а).

На підставі зчеплення з рейкою сконструйовані зубонарізна гребінка, гребінчаста фреза, черв'ячна фреза. Поверхня, що відтворює зчеплення з поверхнею зубчастої деталі, може бути утворена кінематично (нарізування конічних коліс із круговим зубом, конічних коліс із прямим зубом).

3.6 Евольвентна поверхня при лінійному контакті

Лінійний контакт можливий при методі копіювання. Насамперед це прямозубі пальцеві та дискові фрези. Під час роботи таких інструментів формування западини зубчастого колеса відбувається при періодичному лінійному контакті. Зубо-

Круговий циліндр можна формувати вершиною леза. Це може бути токарний або розточувальний різець, свердло. Під час свердління отвору (рис. 3 б) вершина, обертаючись навколо осі, створює твірну, або кінематичну характеристику, яка з допомогою осьової подачі (руху по напрямній) кінематично утворює вихідну інструментальну поверхню. Рух цієї вихідної інструментальної поверхні вздовж осі інструмента створює поверхню деталі.

Причому якщо на деяких схемах формоутворення (рис. 1 б, рис. 2) очевидним є визначення напрямної поверхні деталі як напрям головного руху різання, на інших (рис. 1 а, рис. 3 а) – напрям руху подачі, то у випадку з формоутворенням вершиною леза напрямна і твірна поверхні деталі можуть мінятися місцями.

довбальна головка (рис. 4 б) контактує з поверхнею деталі за характеристикою E , форма якої повністю збігається з профілем колеса. Рухаючись вздовж осі деталі, характеристика E створює евольвентну вихідну інструментальну поверхню I . При постійному лінійному контакті такий рух I формує евольвентну поверхню деталі.

3.7 Гвинтова поверхня при точковому контакті

Під час нарізування різі мітчиком із скороченою стружковою канавкою (рис. 5 а) характеристика E' створюється кінематично. Вона є твірною поверхні деталі. Рух її по гвинтовій напрямній створює поверхню деталі. При цьому здійснюється безперервний точковий контакт інструмента з поверхнею деталі.

Очевидно, що і під час нарізування різі різцем, і при нарізуванні мітчиком вихідною інструментальною поверхнею є гвинтова поверхня. Але у першому випадку вона формується кінематично, а у другому – це матеріальна гвинтова поверхня, на якій після перерізу стружковими канавками, створені різальні кромки.

3.8 Гвинтова поверхня при лінійному контакті

Якщо передбачити різальні кромки і на калібрувальній частині мігчика (рис. 5 б), то характери-

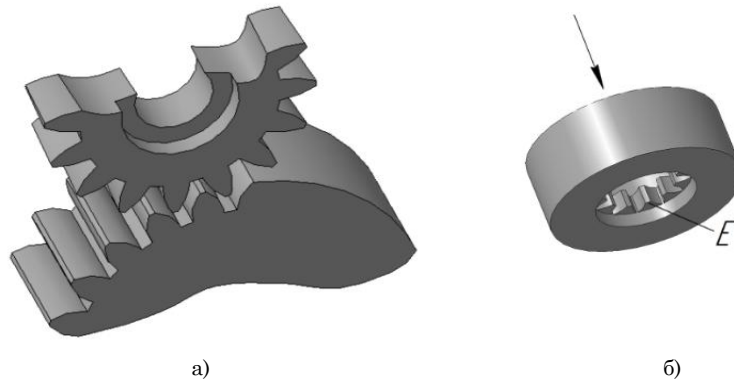


Рис. 4. Утворення евольвентної поверхні при: а) точковому контакті; б) лінійному контакті

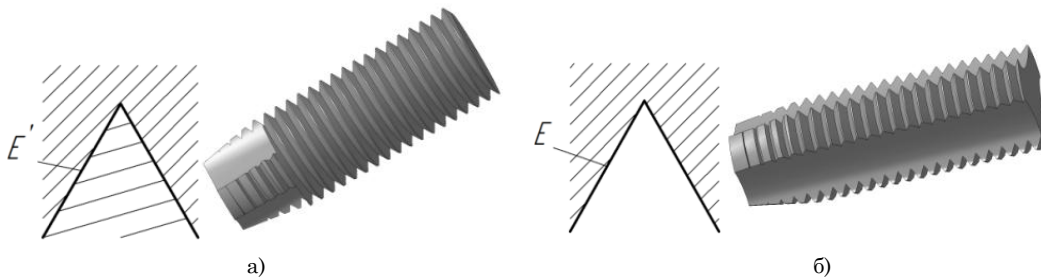


Рис. 5. Утворення гвинтової поверхні при: а) точковому контакті; б) лінійному контакті

Під час звичайного і «вихрового» фрезерування різі відбувається лінійний періодичний контакт і кінематичне утворення вихідної інструментальної поверхні. Але різне положення осей обертання різальних кромки відбилося на відмінності конструкції цих інструментів.

4. МНОЖИНА ВИХІДНИХ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ

Інструмент виконує дві функції [1, 3]: контактує з припуском, розподіляючи його у певній послідовності на стружку (схеми різання), та формує поверхню деталі при точковому чи лінійному контакті з нею (методи формоутворення).

Визначальним у конструкції інструмента є метод формоутворення, тобто якими геометричними елементами (точкою чи лінією) буде створюватися при відповідних відносних рухах поверхня деталі (рис. 5). Це означає, що для зазначених контактів з поверхнею деталі можуть використовуватися тіла різних форм та розмірів. Обмежують їх різноманітність параметри наявних рухів та практичний досвід.

Але і схема різання може мати значний вплив на конструкцію інструмента, якщо велика увага приділяється взаємодії із припуском (наприклад, одинарна чи групова протяжка).

Залишаючи незмінними положення теорії формоутворення як взаємодії двох ланок деякого механізму [2], вихідною інструментальною поверхнею необхідно вважати не поверхню, яка обмежує

стика E – це різальна кромка калібрувальної частини (тому що саме вона остаточно формує поверхню деталі), матеріальна лінія контакту I та D . Маємо безперервний лінійний контакт.

тіло інструмента, а поверхню, яка при відповідному відносному русі формує поверхню деталі. Це може бути і реальна поверхня, яка дійсно обмежує тіло інструмента, і поверхня, утворена відповідними рухами елементів тіла інструмента (точки чи лінії), що контактують з поверхнею деталі.

Залежно від параметрів руху точки чи лінії утвориться деяка форма вихідної інструментальної поверхні. Тіло, якому належить ця точка чи лінія, створене з урахуванням конструктивних особливостей обладнання та оброблюваної поверхні, буде різальним інструментом.

Тому, по-перше, існує певна множина поверхонь, кожна з яких може контактувати з поверхнею деталі при формоутворенні, тобто множина вихідних інструментальних поверхонь. По-друге, можна використати деяку множину реальних тіл (інструментів), які при відповідних рухах відтворюють ту чи іншу вихідну інструментальну поверхню. Це створює неоднозначність проектування різального інструменту, вихід з якої дає досвід, знання та творчий підхід.

5. ОСНОВНІ ЕТАПИ ПРОЕКТУВАННЯ ІНСТРУМЕНТУ

Наявність множини вихідних інструментальних поверхонь (як матеріальних, так і створених кінематично) не дозволяє запропонувати формалізовану методику проектування інструмента. Можна використати евристичний метод морфологічного аналізу [5], що базується на підборі можливих

рішень для окремих частин інструмента (так званих морфологічних ознак, що його характеризують) і подальшому систематизованому їх поєднанні (комбінуванні). Для проведення морфологічного аналізу необхідне точне формулювання проблеми для цієї системи обробки. У результаті знаходять відповідь на можливість обробки різанням за допомогою пошуку різних окремих варіантів, незалежно від того, що у початковому завданні йшлося лише про одну конкретну систему. Алгоритм проектування металорізального інструменту на підставі використання поняття вихідної інструментальної поверхні такий:

- для вирішення проблеми визначаються цілі проектування: підвищення продуктивності обробки, покращення якості поверхні деталі, можливість використання наявного обладнання з його кінематикою, повна свобода вибору рухів;
- виділяються окремі характерні ознаки завдання проектування з позиції сформульованої множини цілей: умови контакту інструмента з деталлю (точковий чи лінійний); форми поверхонь, які можуть контактувати з поверхнею деталі; перелік та можливі комбінації простих рухів;
- на підставі аналізу аналогічних схем формоутворення будуються відповідні блок-схеми роботи механізму, який складається з двох ланок – поверхні деталі і вихідної інструментальної поверхні; визначається статус вихідної інструментальної поверхні (реальна, чи створена кінематично);
- для кожної ознаки проектування, виходячи з особистого досвіду та ерудиції, керуючись матеріалами довідників і банків даних, пропонуються варіанти рішень (як очевидні, так і, на перший погляд, не здійсненні);
- створюються комбінації з усіх характерних ознак завдання та їх варіантів, перевіряється їх відповідність цілям проектування, здійснюється вибір.

Морфологічний аналіз зручніше і наочніше проводити із застосуванням морфологічних таблиць (ящиків). При усьому цьому евристична складова проектування інструмента дуже істотна і залежить від таких суб'єктивних чинників: інтуїтивне виділення характерних ознак завдання проектування та їх варіантів; відсутність упевненості, що враховані усі ознаки і варіанти; необхідність роботи вибір, використовуючи можливості інтелекту.

Initial tool surface and cutting tool design

S. V. Shvets¹⁾,

¹⁾ *Sumy State University, 2, Rimsky-Korsakov Str., 40007, Sumy, Ukraine*

Many authors aspire to generalize process of design of working part of cutting tool. P.R. Rodin uses two elements of the mechanism operating in workpiece machining time (a surface of a workpiece and an initial tool surface). It is considered that the cutting tool is a body restricted to an initial tool surface. It is considered that the cutting tool, is the body restricted by an initial tool surface. It has ability to cut off metal, contacting with it while the machining. And then the sequence of design seems obvious: the initial tool surface is defined and turns to the efficient cutting tool.

Можлива кількість комбінацій (конструкцій інструмента) залежить від: обмеження в рухах (кількість та вид задані чи вільний вибір) – 2; виду контакту (точковий чи лінійний, постійний чи періодичний) – 4; комбінації рухів (лінійний, обертовий, два лінійних, два обертових, лінійний і обертовий) – 5; можливої форми вихідної інструментальної поверхні (призма, циліндр, гвинтова чи евольвентна поверхня) – 4. Отже, при такій кількості варіантів ознак проектування маємо $2 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 4 = 160$ конструктивних рішень.

Розглянутий алгоритм сприяє виявленню конструкцій інструмента, які можуть при відповідному русі формувати задану поверхню деталі, тобто пов'язаний з методом формоутворення. Проте і умови взаємодії з припуском (схеми різання) також істотно впливають на остаточні конструкції (машинний і ручний мітчик, конічна розвертка, однарна і групова протяжка).

6. ВИСНОВКИ

Визначення вихідної інструментальної поверхні як такої, що обмежує тіло різального інструменту, надає інформацію щодо проектування лише окремих видів різальних інструментів.

За наявності хоча б однієї «жорсткої» координатної лінії на поверхні деталі існує можливість створення інструмента з лінійним контактом із поверхнею деталі. При точковому контакті інструмента з деталлю вихідна інструментальна поверхня утворюється рухами точки контакту, тому є уявною і залежить від кінематики верстата та конструктивних особливостей деталі. Незважаючи на те що вихідних інструментальних поверхонь може бути декілька (причина, що обмежує САПР інструмента), можна створювати альтернативні тіла (інструменти) і рухи, які здатні їх відтворити.

Поняття вихідної інструментальної поверхні може використовуватися для аналізу та визначення можливих форм поверхонь, які здатні контактувати з поверхнею деталі, а на підставі цих форм, для проектування рухів і конструкцій інструменту.

Під час створення САПР інструмента, поряд з автоматизацією розрахунків та створення креслень, поєднання баз даних, істотною є евристична складова проектування інструмента, що залежить від інтуїції, досвіду та інтелектуального вибору, що не дозволяє повністю формалізувати процес створення нових видів та типів різального інструменту.

However, in most cases, the shape of an initial tool surface uniquely is not defined neither by the workpiece shape, nor by available relative movements of the two links mentioned above. Contact between them can be linear (fixed or periodic) or point (also fixed or periodic).

Hence, attempts to generalize and formalize technique of design of various aspects and types of tools yet have not given desirable results. The paper purpose: to define real possibilities of the theory which is founded on concept of an initial tool surface, concerning design of the cutting tool.

The tool executes two functions: contacts to metal, disjoining it in certain sequence on a shaving (the cutting scheme), and shapes a workpiece surface at linear or point contact (methods of for-motion of shapes).

Leaving invariable positions of the theory of formation of shapes concerning interaction of two links of some mechanism, it is necessary to consider as an initial tool surface is the surface which, at corresponding relative movement, shapes a workpiece surface. It can be both real surface which really restricts a tool body, and the surface, organized by movements contacting with workpiece surface and with elements of the body of the tool (a point or a line).

Set of initial tool surfaces (both material and created by kinematics) does not allow to offer the formalized technique of design of the tool. A heuristic method of the morphological analysis is possible to be used. Selection of possible decisions for separate parts of the tool (morphological signs) and their system combination thus is carried out. The possible amount of combinations (tool constructions) depends on limitation of movements, an aspect of contact, an aspect and a combination of movements, the selected shape of an initial tool surface.

The algorithm of design of the metal-cutting tool, based on the usage of concept of an initial tool surface and a method of the morphological analysis is created.

Definition of an initial tool surface as surface which restricts body of the cutting tool, gives information concerning projecting only separate aspects of cutting tools.

If the initial tool surface (even imaginary) is the surface which contacts workpiece surface during shape formation it is possible to create bodies (tools) and movements which are capable to recreate it.

At linear contact of workpiece surface and an initial tool surface there is a possibility of definition of an initial tool surface as surface which restricts an tool body.

If at least one invariable co-ordinate line is on a workpiece surface there is a possibility of creation of the tool with linear contact to a workpiece surface.

At point contact of the tool to a workpiece, the initial tool surface is organized by movements of a point contact therefore it is imaginary and depends on kinematics of the machine tool and design features of the workpiece.

The concept of an initial tool surface can be used for the analysis and definition of possible shapes of surfaces, which are capable to contact to a workpiece surface. On the basis of these shapes movements and tool constructions are designed.

Heuristic component of process of projecting of the tool is very essential and depends on intuition, experience and an intellectual choice.

Key words: surface, workpiece, formation, motion, tool, contact.

Исходная инструментальная поверхность и проектирование режущего инструмента

С. В. Швец¹⁾,

¹⁾ Сумский государственный университет, ул. Римского-Корсакова, 2, 40007, Сумы, Украина

Многие авторы стремятся обобщить процесс проектирования рабочей части инструмента. Родин П. Р. использует два звена действующего во время обработки механизма (поверхность детали и исходную инструментальную поверхность). Считается, что режущий инструмент – это тело, ограниченное исходной инструментальной поверхностью. Она имеет способность срезать контактирующий с ней в процессе обработки металл. И тогда последовательность проектирования кажется очевидной: определяется исходная инструментальная поверхность и превращается в работоспособный режущий инструмент.

Однако в большинстве случаев форма исходной инструментальной поверхности однозначно не определяется ни формой детали, ни имеющимися относительными движениями упомянутых двух звеньев. Контакт между ними может быть линейным (постоянным или периодическим) или точечным (также постоянным или периодическим).

Следовательно, попытки обобщить и формализовать методику проектирования разных видов и типов инструментов еще не дали желательных результатов. Цель статьи – определить реальные возможности теории, базирующейся на понятии исходной инструментальной поверхности относительно проектирования режущего инструмента.

Инструмент выполняет две функции: контактирует с припуском, разделяя его в определенной последовательности на стружку (схемы резания), и формирует поверхность детали при точечном или линейном контакте (методы формообразования).

Оставляя неизменными положения теории формообразования относительно взаимодействия двух звеньев некоторого механизма, исходной инструментальной поверхностью следует считать поверхность, которая при соответствующем относительном движении формирует поверхность детали. Это может быть и реальная поверхность, действительно ограничивающая тело инструмента, и поверхность, образованная движениями контактирующих с поверхностью детали элементов тела инструмента (точки или линии).

Наличие множества исходных инструментальных поверхностей (как материальных, так и созданных кинематикой) не позволяет предложить формализованную методику проектирования инструмента. Можно использовать эвристический метод морфологического анализа. При этом осуществляется подбор возможных решений для отдельных частей инструмента (морфологических признаков) и системное их комбинирование. Возможное количество комбинаций (конструкций инструмента) зависит от ограничения движений, вида контакта, вида и комбинации движений, выбранной формы исходной инструментальной поверхности.

На основании использования понятия исходной инструментальной поверхности и метода морфологического анализа создан алгоритм проектирования металлорежущего инструмента.

Определение исходной инструментальной поверхности как поверхности, которая ограничивает тело режущего инструмента, предоставляет информацию относительно проектирования только отдельных видов режущих инструментов.

Если исходная инструментальная поверхность (даже мнимая) – это поверхность, контактирующая с поверхностью детали во время формообразования, то можно создавать тела (инструменты) и движения, способные ее воссоздать.

При линейном контакте поверхности детали и исходной инструментальной поверхности есть возможность определения исходной инструментальной поверхности как поверхности, ограничивающей тело инструмента.

При наличии хотя бы одной неизменной координатной линии на поверхности детали существует возможность создания инструмента с линейным контактом с поверхностью детали.

При точечном контакте инструмента с деталью исходная инструментальная поверхность образуется движениями точки контакта, потому является мнимой и зависит от кинематики станка и конструктивных особенностей детали.

Понятие исходной инструментальной поверхности может использоваться для анализа и определения возможных форм поверхностей, способных контактировать с поверхностью детали. На основании этих форм проектируются движения и конструкции инструмента.

Эвристическая составляющая процесса проектирования инструмента является очень существенной и зависит от интуиции, опыта и интеллектуального выбора.

Ключевые слова: поверхность, деталь, формирование, движение, инструмент, контакт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Семенченко И. И. Проектирование металлорежущих инструментов / И. И. Семенченко, В. М. Матюшин, Г. Н. Сахаров; под ред. И. И. Семенченко. – М. : Mashgiz, 1963. – 952 с.
2. Родин П. Р. Основы формообразования поверхностей резанием / П. Р. Родин. – К. : Вища школа, 1977. – 192 с.
3. Лашнев С. И. Геометрическая теория формирования поверхностей режущими инструментами / С. И. Лашнев, А. Н. Борисов, С. Г. Емельянов; под ред. С. И. Лашнева. – Курск : Курск. гос. техн. ун-т, 1997. – 391 с.

4. Швець С.В. Характеристика та вихідна інструментальна поверхня у процесі формоутворення // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. – 2012. – № 4. – С. 162 – 167.
5. Морфологический анализ. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://ru.wikipedia.org/> (дата обращения: 26.04.2014).

REFERENCES

1. Sementchenko I. I. (1963). Proektirovanie metallorezhushchikh instrumentov. Moskov, Mashgiz, 1963, 952 p. [in Russian].
2. Rodin P. R. (1977). Osnovy formoobrazovaniia poverkhnostei rezaniem. Kiev, Vyshcha shkola, 192 p. [in Russian].
3. Lashnev S. I. (1997). Geometricheskaia teoriia formirovaniia poverkhnostei rezhushchimi instrumentami. Kursk, Kursk.gos.tekhn.un-t, 391 p. [in Russian].

4. Shvets S. V. (2012). Kharakterystyka ta vykhidna instrumentalna poverkhnia u protsesi formoutvorennia. Visnyk Sumskoho derzhavnoho universytetu, ser. Tekhnichni nauky, Vol. 4, pp. 162–167 [in Ukrainian].
5. Morfolohicheskii ahaliz, <http://ru.wikipedia.org/> [in Russian].