

## ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ОБ'ЄКТІВ МАНІПУЛЮВАННЯ ДЛЯ УМОВ РОБОТИЗОВАНИХ МЕХАНОСКЛАДАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

*На підставі використаних понять представлено структуру повної інформаційної моделі (ІМ) практично будь-якого об'єкта маніпулювання, з яким взаємодіє схват промислового робота при реалізації роботизованих механоскладальних технологій. Повна інформаційна модель складається із упорядкованої множини часткових ІМ, для яких показані послідовність їх формування, структура та зміст.*

**Постановка проблеми.** Зміст роботизованих механоскладальних технологій машино- та приладобудування полягає в циклових маніпуляційних переміщеннях об'єкта маніпулювання (ОМ) в схваті (Сх) промислового робота (ПР) [5, 10, 11, 12]. Прикладом сказаного може бути технологічне обслуговування ПР кожної  $t$ -ої механообробної робочої позиції (металорізального верстата)  $PP_t$ ,  $t = \overline{1, T}$ ;  $T$  – загальна кількість РП. Термін „технологічне обслуговування” означає виконання ПР технологічних операцій завантаження  $PP_t$  (вхід СхПР з ОМ в робочий простір  $PP_t$ ; встановлення ОМ в пристосування (Пр)  $PP_t$ , вихід СхПР без ОМ із робочого простору  $PP_t$ ), розвантаження  $PP_t$  (вказані технологічні переходи виконуються в зворотному порядку щодо послідовності виконання та наявності ОМ в СхПР) тощо. Для цього необхідно є інформація про координати точки затиску ОМ в СхПР до і після технологічної дії на ОМ на кожній  $PP_t$ . Вочевидь упорядкована сукупність технологічних дій на ОМ формує із заготовки ( $OM_1$ ) готову деталь ( $OM_t$ ). При цьому кожна  $PP_t$  завантажується об'єктом маніпулювання  $OM_{t-1}$ , а розвантажується –  $OM_t$ . Крім того, саме форма та габаритні розміри  $OM_1, \dots, OM_T$  разом з формою та габаритними розмірами СхПР значною мірою впливають перш за все на геометричні параметри таких технологічних роботизованих переходів, як перевстановлення  $OM_t$  на  $PP_t$ , перебазування та перевстановлення  $OM_t$  в СхПР, відпрацювання елементарних переміщень СхПР при формуванні циклової траєкторії переміщення СхПР з/без ОМ між РП [3, 8, 11, 12]. Вказане визначає необхідність та доцільність визначення множини (сукупності) інформаційних моделей ОМ на вході ( $IMOM_{t-1}$ ) та на виході ( $IMOM_t$ ) кожної  $PP_t$  проєктованої (аналізованої) роботизованої технологічної структури, наприклад, гнучкої виробничої комірки (ГВК).

**Стан проблеми, аналіз існуючих інформаційних джерел.** Відомі інформаційні моделі машинобудівних деталей, що для умов роботизованого виробництва є ОМ, які орієнтовані на використання САПР виготовлення вказаних деталей, тобто на автоматизоване проєктування маршрутної та операційної металообробних технологій. Основою проєктування є попередньо складені проєктувальником таблиці відповідностей. Одним із параметрів цих таблиць є ІМ деталі. В основу ІМ при цьому покладено систему кодування конструкторсько-технологічної інформації [1]. Отримана таким чином інформація не орієнтована на використання в зазначеній в даній роботі предметній області, принципово є збитковою і тому не є прийнятною в контексті розв'язування технологічних задач при роботизації механоскладального виробництва.

Іншим підходом щодо наявності інформації про ОМ є метод  $R$ -функцій [2, 9]. Апарат  $R$ -функцій дозволяє складати рівняння складальних креслень та просторових об'єктів, а також будувати рівняння сімейств поверхонь, що включають заданий геометричний об'єкт. При цьому вказується спосіб побудови алгебраїчної функції  $F(x, y, z)$ , похідна якої в усіх точках контуру додатна, поза контуром – від'ємна, на границі дорівнює нулю. Такий опис надає інформацію лише про геометричні характеристики контуру ОМ. Використання даного апарата опису ОМ можливе, але недоцільне для розв'язуваних задач, так як передбачає достатньо трудомісткі дії проєктувальника щодо формування вказаної функції  $F$ , її відносно складне математичне опрацювання та автоматизовану реалізацію.

Інший метод опису ОМ є параметричний опис об'єктів  $a_i \in A$  через властивості цих об'єктів з використанням одномісних предикатів являє собою логічну функцію, за допомогою якої описується приналежність якої-небудь властивості  $m$  певному предмету  $x - m(x)$ . В цій функції змінна величина є предметною змінною, а  $m$  – предикатною. Величина  $x$  змінюється на множині  $A$  (вид поверхонь, співвідношення поверхонь з іншими поверхнями, властивості поверхонь). Величина  $m$  змінюється на множині  $M$ , що включає значення властивостей предметів, що розглядаються. Даний опис вказує на наявність описуваної поверхні та її властивості, однак не дає інформації про їх взаємне розташування, а відповідно є корисним, але недоцільним при розв'язуванні ряду задач роботизованих механоскладальних технологій, як, наприклад, визначення координат точки затиску ОМ в СхПР тощо.

Існує також метод опису ОМ, що базується на розмітці креслення ОМ і полягає у виділенні конструктивних елементів ОМ з присвоєнням їм номера, розмітки креслення, кодування складових, а потім елементарних елементів форми [9]. Розмітка основних контурних елементів деталі без центральних отворів виконується з крайнього лівого чи верхнього торця. Потім за порядком слідування розмічаються всі зовнішні поверхні і закінчується крайнім правим (нижнім) торцем. Розмітка контурних елементів, що мають отвори, починається з крайнього лівого (верхнього) торця і закінчується центральним отвором. Розмітка деталей, що не є тілами обертання, виконується в довільному порядку. Кодування конструктивних елементів вимагає використання спеціалізованих програмних засобів. Цей метод не є універсальним, оскільки не створено загальних баз відношень „код – конструктивний елемент ОМ”.

Таким чином, **метою** даної роботи є подання інформації про ОМ у вигляді множини його (ОМ) інформаційних моделей, що враховує особливості технологічної взаємодії СхПР, ОМ та пристосування РП, що придатна для подальшого розв’язку ряду задач автоматизованого проектування роботизованих механоскладальних технологій.

**Виклад основної частини.** З врахуванням особливостей роботизованого механоскладального виробництва ІМОМ повинна містити інформацію, що є необхідною та достатньою для забезпечення технологічної взаємодії СхПР з ОМ впродовж реалізації проектного (аналізованого) роботизованого технологічного процесу механоскладання. Існуюча практика роботизованих технологій передбачає затискання ОМ схватом ПР за поверхні, що розташовуються на зовнішньому або внутрішньому контурах ОМ. Не виключається можливість затискання ОМ СхПР за поверхні, що конструктивно розташовані на торцях (сторонах для призматичних ОМ) ОМ [5, 10, 11, 12]. Вказане визначає необхідність інформаційного опису контурів ОМ з оглядом на особливості предметної області та розв’язуваних задач технологічного змісту.

В основу пропонованої нижче множини ІМОМ покладені ряд відомих понять, що використовувались при проектуванні автоматизованих систем технологічної підготовки машинобудівного виробництва [1, 5].

У загальному випадку інформація про машинобудівні деталі при механообробці та складанні має складну структуру. Для нашого випадку інформацію про ОМ доцільно подавати з використанням простих понять, а саме: елементів та відношень між ними. Елементи в свою чергу поділяються на прості та складені.

Простим елементом є сукупність інформації про об’єкт, що характеризується незмінним в межах одного виду або класу об’єктів складом параметрів. Прикладом простого елемента є елементарна поверхня, що розташована на зовнішньому контурі ОМ: циліндрична, конічна тощо.

Параметри, що визначають структуру простих елементів, прийняті як базові (вихідні) поняття і характеризуються множиною найменувань (наприклад, внутрішня циліндрична поверхня) та множиною допустимих значень найменувань (наприклад, діаметр  $d$  та осевий розмір внутрішньої циліндричної поверхні).

Елементи ОМ, що визначені за допомогою простих елементів, називаються складеними, наприклад, фрагмент торцю циліндричного ОМ із ступінчастим отвором під кріплення.

Відношення між елементами – це інформація, що характеризує взаємозв’язки між елементами і містить: визначення елементів, для яких встановлені відношення; визначення елементів, відносно яких встановлюються відношення; вид відношення, наприклад, належність елементарної поверхні внутрішньому або зовнішньому контуру ОМ; характеристики, що визначають конкретний характер відношень, наприклад, передування, порядок (послідовність) тощо.

Інформаційною моделлю ОМ (ІМОМ) називається структура ОМ, що подана у вигляді елементів та відношень між ними.

Один і той же ОМ може мати різні інформаційні моделі, що відрізняються видом складу елементів, відношень та параметрів.

Розрізняють повні (ПІМОМ) та часткові (ЧІМОМ) ІМ. ПІМОМ відображає ІМ зі всією повнотою, що необхідна для цілей проектування, і в той же час не містить збиткової інформації.

ЧІМОМ містить лише ті елементи та відношення повної моделі, які повинні або можуть міститися в описі ОМ при розв’язуванні конкретної задачі на певній стадії проектування.

Для будь-якого ОМ в контексті роботизованих механоскладальних технологій, що розглядаються, може бути складена одна повна модель, яка називається основною (ОІМОМ). З останньої можна отримати певну кількість часткових моделей – ЧІМОМ.

Останнє є достатньо важливим в сенсі використання ЧІМОМ як інформаційної моделі зміни форми та розмірів ОМ після кожної технологічної дії на ОМ (в даному випадку різанням), що виконується на кожній  $РП_i$  ГВК.

Таким чином, упорядкований ланцюжок наборів дискретної інформації про ОМ, починаючи з інформації до ( $ОМ_0$  – заготовка) та після  $РП_i$  і закінчуючи  $РП_T$ , а саме:

$$OM_0 \xrightarrow{PP_1} OM_1 \xrightarrow{PP_2} \dots \xrightarrow{PP_{t-1}} OM_t \xrightarrow{PP_{t+1}} \dots \xrightarrow{PP_{T-1}} OM_T \quad (1)$$

може бути описаний ланцюжком відповідних ІМ:

$$ЧІМOM_0 \xrightarrow{PP_1} ЧІМOM_1 \xrightarrow{PP_2} \dots \xrightarrow{PP_t} ЧІМOM_t \xrightarrow{PP_{t+1}} \dots \xrightarrow{PP_T} ОІМOM_T. \quad (2)$$

Вказані ланцюжки (1) та (2) в дещо іншій інтерпретації на рис. 1 представлені оргграфом із зваженими ребрами, де  $PP_1$  є входом ГВК, а  $PP_T$  – її виходом, тобто на  $PP_1$  та  $PP_T$  розташовуються одиниці допоміжного технологічного обладнання (ДТО), наприклад, конвеєри, а на інших РП – основного (ОТО).

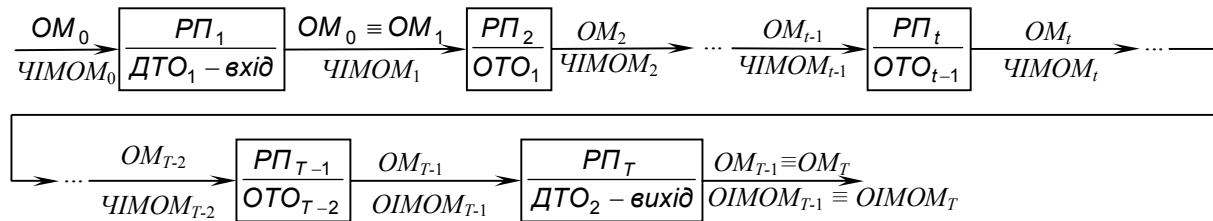


Рис. 1. Графічна ілюстрація трансформації  $OM_0$  (заготовка) в  $OM_T$  (готовий виріб) та відповідні цьому ІМ на механообробній ГВК з кількістю робочих позицій  $T$

Тому з врахуванням технологічного маршруту виготовлення  $d$ -го ОМ ( $OM^d$ ,  $d = \overline{1, D}$ ,  $D$  – загальна кількість аналізованих ОМ) на  $T$  робочих позиціях повна інформаційна модель  $ПІМOM^d$  фактично є упорядкованою множиною відповідних ІМ і може бути представлена наступним кортежем:

$$ПІМOM^d = \left\{ ЧІМOM_t^d \mid t = \overline{1, T-1}; d = \overline{1, D} \right\}; ОІМOM_T^d \quad (3)$$

Вказана структура та зміст  $ПІМOM^d$  за виразом (3) справедлива за умови, що вхід ( $PP_1$ ) та вихід ( $PP_T$ ) ГВК «рознесені» в просторі в прийнятій технологічній структурі ГВК. Тому, фактично після передостанньої робочої позиції ( $PP_{T-1}$ )  $OM_{T-1}$ , що має кінцеву форму, розміри та показники якості і описується  $ОІМOM_{T-1}$ , в подальшому транспортується СхПР до кінцевої  $PP_T$  (рис. 1), тобто  $ОІМOM_{T-1}^d = ОІМOM_T^d$ .

Структура та зміст  $ЧІМOM_t^d$  та  $ОІМOM_T^d$  є однаковими і проілюстровані нижче формуванням першої моделі з наведених:

$$ЧІМOM_t^d = \{ Ff_t^d; R_t^d \}, \quad (4)$$

де  $Ff_t^d$  – загальна множина елементарних поверхонь на  $OM_t^d$ , що визначені картою ескізів технологічної документації після  $PP_t$ :

$$Ff_t^d = \{ F_t^d; f_t^d \}; \quad (5)$$

$F_t^d$  та  $f_t^d$  – множина елементарних поверхонь, що розташовані відповідно на зовнішньому та внутрішньому контурах  $OM_t^d$ ;

$R_t^d$  – множина відношень між елементами  $Ff_t^d$ :

$$R_t^d = \{ R_{F_t}^d; R_{f_t}^d; R_{Ff_t}^d \}; \quad (6)$$

$R_{F_t}^d(R_{f_t}^d)$  – множина відношень між елементами множини  $F_t^d$  ( $f_t^d$ );

$R_{Ff_t}^d$  – множина відношень між множинами та елементами множини  $F_t^d$  та  $f_t^d$ .

Очевидним є той факт, що контур будь-якого ОМ є упорядкованою послідовністю геометричних елементів: відрізків прямих, дуг кіл, кривих тощо. З геометричної точки зору ці елементи та відповідні їм поверхні ОМ є елементарними поверхнями ОМ, в зв'язку з чим і описуються відповідно  $F_t^d$  та  $f_t^d$ .

$F_t^d$  та  $f_t^d$  у загальному випадку мають однакову структуру, а саме – є матрицями-рядками, тобто складаються з одного рядка. Елементами матриці-рядка є сукупність елементарних поверхонь, що упорядковано формують відповідно зовнішні та внутрішні контури ОМ. Тому кожен елемент рядка можна позначити відповідним символом, що вказує на конкретну елементарну поверхню, а саме, наприклад, для зовнішніх поверхонь:  $T$  – торцева;  $Ц$  – циліндрична;  $\Phi$  – фаска;  $\Phi n$  – фасонна ( $\Phi n_{об}$  –

обертання;  $\Phi n_{зк}$  – замкнутого криволінійного контуру з прямолінійною твірною;  $\Phi n_{нк}$  – незамкнутого контуру з криволінійною напрямною;  $\Phi n_{лс}$  – просторово-складні);  $K$  – канавка ( $K_T$  – торцева;  $K_K$  – кільцева;  $K_{л}$  – перехідна;  $K_G$  – гвинтова тощо.);  $P$  – різьва ( $P_M$  – метрична;  $P_T$  – трапецієдальна;  $P_D$  – дюймовая;  $P_{Tp}$  – трубна).

Приклад елементарних поверхонь абстрактного ОМ зображений на рис. 2.

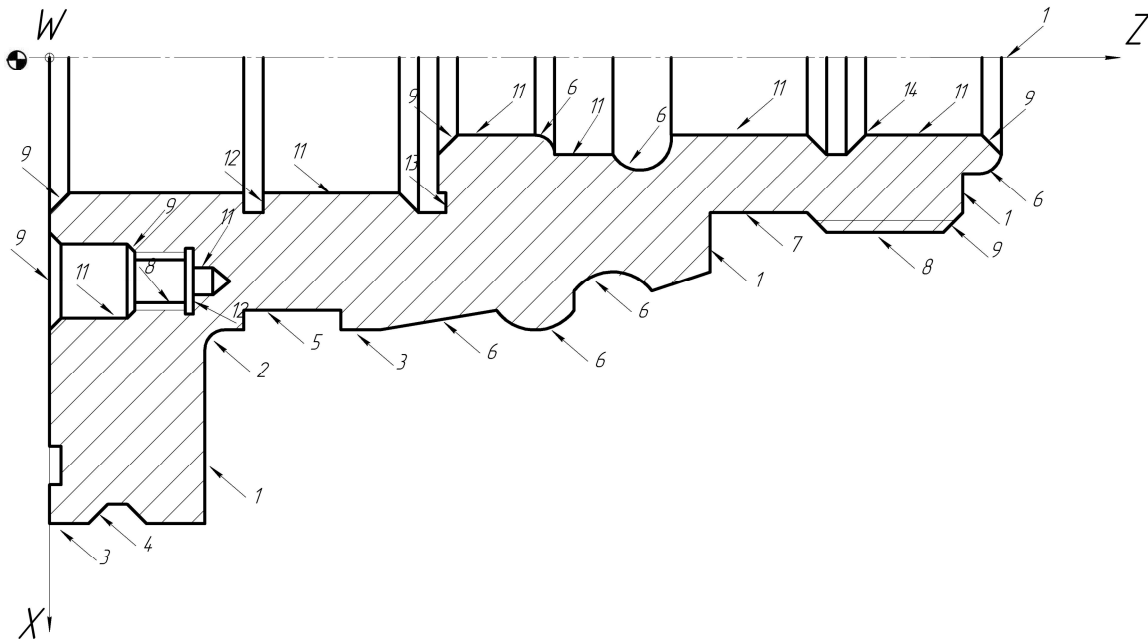


Рис. 2. Елементарні поверхні абстрактного ОМ типу “тіло обертання”:

1–3 – поверхні зовнішні основні: 1 – торцева; 2 – торцева радіусна; 3 – циліндрична зовнішня; 4–10 – поверхні зовнішні допоміжні: 4 – канавка типу „жолоб”; 5 – канавка зовнішня прямокутна; 6 – фасонна обертання; 7 – канавка зарізьова; 8 – різьва метрична; 9 – фаска конусна; 10 – канавка торцева; 11 – поверхня основна внутрішня: циліндрична внутрішня; 12–14 – поверхні внутрішні допоміжні: 12 – канавка внутрішня прямокутна; 13 – канавка кутова; 14 – канавка внутрішня трапецієдальна

Запис елементів контурів  $F_t^d$  та  $f_t^d$ , що позначаються відповідно великими та малими літерами, виконується послідовно зліва направо відповідно до наявності певної  $e$ -ої елементарної поверхні ( $S_e$  – для зовнішнього контуру та  $s_e$  – для внутрішнього контуру) у аналізованому кресленні ОМ. У випадку повторення елементарних поверхонь, що зустрічаються в описі контурів ОМ, виконується цифрова індексація умовних позначень описуваних поверхонь, наприклад,  $C_1; c_1; C_2; c_2$ . При цьому фіксується система координат ОМ, наприклад, для ОМ типу тіл обертання – XWZ (див. рис. 2).

Для складання  $IMOM_t$  доцільним є розподіл елементарних поверхонь ОМ на основні та додаткові залежно від їх функціонального призначення у готовому виробі. Основними вважаються конструктивні елементи, які утворюють загальну зовнішню та внутрішню конфігурацію ОМ (деталі), а додатковими – всі інші, розташовані на основних. Наявність додаткових поверхонь вказується в описі параметрів відповідної основної поверхні, а опис додаткових поверхонь виконується у відповідних підматрицях матриць-рядків  $F_t^d$  та  $f_t^d$ .

Множина  $F_t^d$  (зовнішній контур  $OM_t^d$ ) формалізовано описується наступним чином:

$$F_t^d = \left\langle \left( S_{e_{k_s}} \left| e = \overline{1, E}; k_s = \overline{1, K_s} \right. \right); \left( D_{e_{x_{k_d}}} \left| e_x = \overline{1, E_x}; k_d = \overline{1, K_d} \right. \right) \in (S_{e_{k_s}}) \right\rangle, \quad (7)$$

де  $S_e$  – позначення типу елементарної  $e$ -ої поверхні;  $E$  – загальна кількість елементарних поверхонь зовнішнього контуру  $F_t^d$  ОМ;  $K_s$  – загальна кількість елементарних поверхонь кожного типу;  $D_{ex}$  –  $ex$ -ий тип додаткової елементарної поверхні, що розташована на  $S_e$ ;  $E_x$  – загальна кількість додаткових поверхонь на  $S_e$ ;  $K_D$  – загальні кількість поверхонь кожного типу.

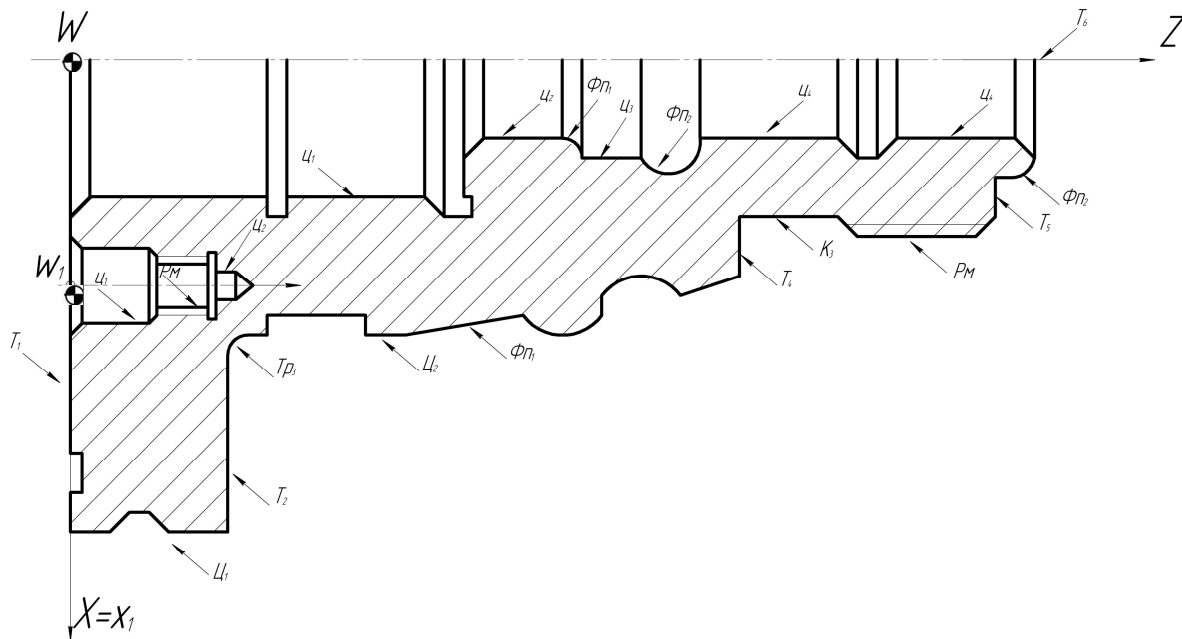


Рис. 3. Елементарні поверхні абстрактного ОМ типу “тіло обертання” відповідно до їх позначень

Наприклад, зовнішні поверхні ОМ, зображеного на рис. 3, можуть бути описані контуром  $F_t^d$  наступним чином:

$$F_t^d = T_1, U_1, T_2, T_{P_3}, U_2, \Phi_{n1}, T_4, K_3, P_m, T_5, \Phi_{n2}, T_6. \tag{8}$$

Тут контур  $F_t^d$  зовнішніх поверхонь сформовано із вказанням додаткових поверхонь.

Контур внутрішніх поверхонь  $f_t^d$  може мати кількість рядків  $a$  залежно від кількості осей ( $a$ ), що зумовлені конструкцією ОМ та наявністю елементарних поверхонь  $s_e$  та їх кількістю вздовж кожної  $a$ -ої осі. Першими елементами таких рядків є координати розташування відповідної осі відносно осі обертання ОМ типу „тіло обертання” (проекційна точка осі обертання береться за точку відліку у системі координат ОМ). Далі послідовність побудови контуру  $f_t^d$  внутрішніх поверхонь аналогічна побудові контуру  $F_t^d$ : запис елементів у рядок виконується послідовно відповідно до наявності певних  $s_e$ -их елементарних поверхонь та їх кількості аналізованого ОМ в напрямку зліва направо.

У випадку розташування внутрішнього контуру  $f_t^d$  вздовж осі, що не співпадає з віссю симетрії ОМ типу тіло обертання, але є паралельною одній з осей прийнятої системи координат ОМ, обов’язковими елементами контуру  $f_t^d$  є: координата точки відліку нової системи координат; напрям осі, вздовж якої описується внутрішня поверхня або їх множина.

Внутрішні поверхні ОМ, що належність контуру  $f_t^d$ , в загальному випадку описуються наступним чином:

$$f_t^d = \left( f_{ia}^d \mid a = \overline{1, A} \right) = \left( \left( (K); o \in (i \parallel WX, j \parallel WY, k \parallel WZ); \left( s_{e_{k_e}} \mid e = \overline{1, e_s}; k_e = \overline{1, K_e} \right); \right. \right. \tag{9}$$

$$\left. \left. \left( d_{in_{k_i}} \mid (in = \overline{1, In}; k_i = \overline{1, K_i}) \right) \in \left( s_{e_{k_e}} \right) \right) \right),$$

де  $a$  – цифровий індекс осі обробки внутрішніх поверхонь; за наявності внутрішнього контуру, що розташовується вздовж осі симетрії ОМ, індекс осі по замовчуванню позначається як 0;  $K$  – координата точки відліку відповідної системи координат;  $o$  – напрям осі, вздовж якої описується внутрішня поверхня, може набувати значення  $i$  (паралельно осі  $WX$ ),  $j$  (паралельно осі  $WY$ ) або  $k$  (паралельно осі  $WZ$ ):  $o \in (i, j, k)$ . Опис виконується у додатньому напрямку відповідної осі прийнятої системи координат;  $e_s$  – задана кількість елементарних поверхонь на внутрішньому контурі ОМ;  $K_e$  – загальна кількість елементарних поверхонь кожного типу;  $d_{in}$  –  $in$ -та додаткова елементарна поверхня, що розташована на

$s_e$ ;  $l_n$  – загальна кількість додаткових поверхонь на  $s_e$ ;  $k_i$  – загальна кількість додаткових поверхонь на  $a$ -ій осі внутрішнього контуру.

Вираз (9) дозволяє описати всі можливі варіанти внутрішніх контурів ОМ, включаючи поверхні, що розташовані не вздовж центральної осі симетрії ОМ, за умови розташування їх паралельно одній із осей обраної системи координат ОМ. Такий опис є необхідним і достатнім для подальшого визначення, наприклад, координат точки затиску ОМ в СхПР.

Для рис. 3 контур  $f_t^d$  внутрішніх поверхонь, розташованих вздовж центральної осі обертання, матиме наступний вигляд:

$$f_t^d = \left( m = \left\{ m_a, a = \overline{0,1} \right\}; m_0 = (0, 0, 0), k, u_1, u_2, \phi_{n1}, u_3, \phi_{n2}, u_4; m_1 = (x_1, y_1, z_1), k, u_1, p_x, u_2 \right).$$

Додаткові внутрішні поверхні (канавки 12, 13, 14; фаски конусні 9 – див. рис. 3) не описані у загальному контурі  $f_t^d$ . Їх параметри вказуються у підматрицях опису відповідних основних поверхонь.

Підматриця опису має наступну структуру: вказується умовне позначення параметра, знак „дорівнює”, ставиться значення відповідного параметра. Кількість та вид параметрів визначається видом елементарної поверхні, що описується. Наприклад, для опису елементарної поверхні типу „циліндр зовнішній” використовуються наступні обов’язкові параметри:  $D$  – діаметр циліндричної поверхні, мм;  $H$  – висота циліндричної поверхні (лінійний розмір вздовж осі), мм. Тоді формалізований опис елементарної поверхні типу „циліндр зовнішній” матиме наступний вигляд:

$$Ц = \{d = D; h = H\}.$$

У свою чергу, кожен елемент контурів  $F_t^d$  та  $f_t^d$  є також підматрицею. Елементами підматриць є параметри опису відповідної елементарної поверхні.

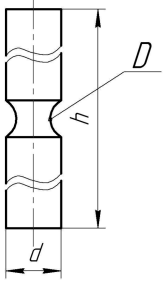
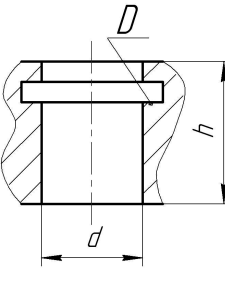
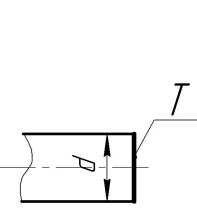
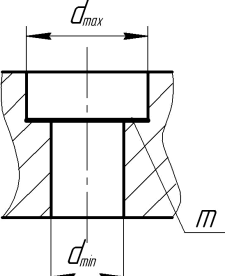
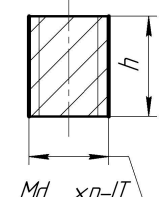
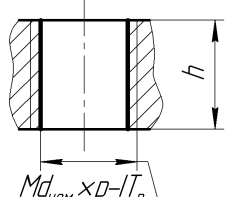
Загальний опис основних  $S_e$ -ої або  $s_e$ -ої елементарних поверхонь конструктивно-технологічних параметрів ОМ, що формують опис відповідних контурів, які визначаються наявними  $S_e$ -ми та/або  $s_e$ -ми елементарними поверхнями на зовнішньому та внутрішньому контурах відповідно, представлений у табл. 1.

Конструктивно-технологічні параметри кожної з елементарних поверхонь зовнішнього  $F_t^d$  та внутрішнього  $f_t^d$  контурів ОМ визначені кресленнями ОМ на кінцевій стадії обробки та його (ОМ) заготовки перед першою технологічною дією засобів виробництва на ОМ згідно з технологічним маршрутом.

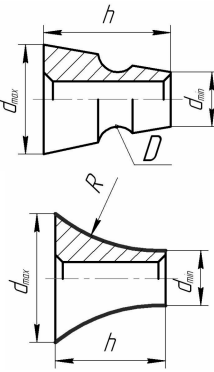
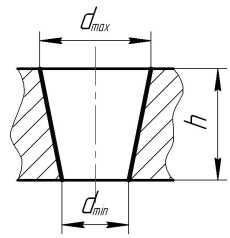
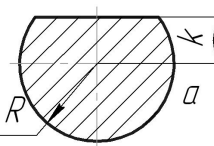
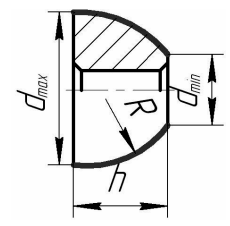
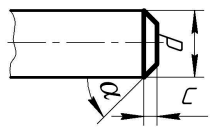
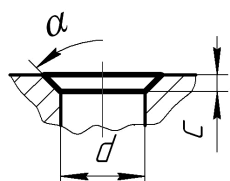
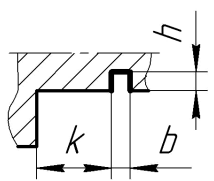
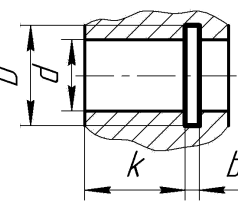
Таблиця 1

Основні конструктивно-технологічні параметри елементарних поверхонь при описі  $F_t^d$  та  $f_t^d$

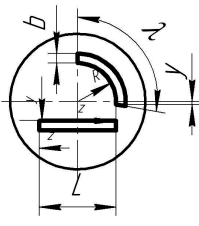
Елементарні поверхні			Параметри	
вид	схема (креслення) поверхонь		геометричні	технологічні
	зовнішніх $S_e$	внутрішніх $s_e$		
Циліндр без додаткових поверхонь	Ц	ц	$d$ – діаметр, мм; $D$ – додаткові поверхні, розташовані на даній; $h$ – висота (повний розмір), мм	$IT$ – посадка; $q$ – квалітет точності внутрішньої циліндричної поверхні $d$ ; $Rz (Ra)$ – шорсткість поверхні, мкм

Циліндр з додатковими поверхнями	Ц		ц		<p><math>d</math> – діаметр, мм;  <math>D</math> – додаткові поверхні, розташовані на даній;  <math>h</math> – висота (повний розмір), мм</p>	<p><math>IT</math> – посадка;  <math>q</math> – квалітет точності внутрішньої поверхні <math>d</math>;  <math>Rz (Ra)</math> – шорсткість поверхні, мкм</p>
Торець	Т		т		<p><math>D</math> – додаткові поверхні, розташовані на даній;  <math>d_{min}</math> – мінімальний діаметр, мм;  <math>d_{max}</math> – максимальний діаметр, мм;  <math>R</math> – радіус кривизни (для радіусної торцевої поверхні), мм</p>	<p><math>q</math> – квалітет точності;  <math>Rz (Ra)</math> – шорсткість поверхні, мкм</p>
Різь	Р		р		<p><math>d_{ном}</math> – номінальний діаметр, мм;  <math>h</math> – довжина різі, мм;  <math>p</math> – крок різі, мм</p>	<p><math>ITp</math> – поле допуску середнього діаметра</p>

Продовження табл. 1

Фасонна поверхня	$\Phi n$		$\phi n$		<p><math>a</math> – вісь у прийнятій системі координат, паралельно якій виконується обробка площини (для лиски): <math>i, j, k</math>  <math>D</math> – додаткові поверхні, розташовані на даній;  <math>d \min</math> – мінімальний діаметр, мм;  <math>d \max</math> – максимальний діаметр, мм</p>	<p><math>q</math> – квалітет точності;  <math>Rz (Ra)</math> – шорсткість поверхні, мкм;  <math>Ta</math> – відхилення кута при основі <math>\alpha, ^\circ</math></p>
Фасонна поверхня	$\Phi n$		$\phi n$		<p><math>h</math> – висота/ ширина поверхні, мм;  <math>k</math> – відлікова довжина обробки площини (для лиски) в прийнятій системі координат, мм;  <math>R</math> – радіус кривизни (у випадку конусної поверхні <math>R = \infty</math>), мм;  <math>(x, z)</math> – координати центра кривизни поверхні</p>	
Фаска	$\Phi$		$\phi$		<p><math>\alpha</math> – кут, <math>^\circ</math>;  <math>c</math> – катет, мм;  <math>d</math> – номінальний діаметр циліндричної поверхні, мм</p>	<p><math>Rz (Ra)</math> – шорсткість поверхні конуса фаски, мкм;  <math>Ta</math> – допуск на кут фаски <math>\alpha, ^\circ</math>;  <math>Tc</math> – допуск на величину катета <math>c</math>, мм;  <math>Td</math> – допуск мінімального діаметра, мм</p>
Канавка на циліндричній поверхні	$K$		$\kappa$		<p><math>\alpha</math> – кут (для канавки типу „жолоб”), <math>^\circ</math>;  <math>b</math> – ширина, мм;  <math>d</math> – діаметр глибини канавки, мм;  <math>D</math> – діаметр основної поверхні, мм</p>	<p><math>q</math> – квалітет точності;  <math>Rz (Ra)</math> – шорсткість поверхні, мкм</p>



Канавка торцева	К		к	<p><math>h</math> – глибина, мм;  <math>k</math> – відлікова довжина від відповідної основної поверхні, мм;  <math>L</math> – довжина (для торцевої канавки), мм;  <math>R</math> – внутрішній радіус радіальної торцевої канавки, мм;  <math>(y, z)</math> – координати початку обробки канавки;  <math>\lambda</math> – кут канавки (для радіальної торцевої канавки), °</p>	
-----------------	---	---	---	--	--

**Висновки.** Представлення виразами (3)–(9) ІМOM за структурою та змістом містить конструктивні та технологічні параметри OM, є зрозумілими для користувача і не вимагає відповідно спеціальних знань та застосування спеціалізованих програмних продуктів. Подання ІМOM у вигляді формалізованого опису OM дозволяє виконувати аналіз OM, що використовується при автоматизованому визначенні координат точки затиску OM схватом ПР та для аналізу можливості переорієнтації OM (за технологічною потребою) в зоні обслуговування  $PI_i$  та/або поза нею. Вказане є необхідним також при автоматизованому проектуванні роботизованих механоскладальних технологій на етапі формування опорних точок траєкторії переміщення схвата ПР з врахуванням геометричних розмірів  $S_x$  ПР та OM та їх (точок) упорядкованого відпрацювання.

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Автоматизированные системы технологической подготовки производства в машиностроении / Г.К. Горанский, В.А. Кочуров, Р.П. Франковская и др. ; под ред. Г.К. Горанского. – М. : Машиностроение, 1976. – 240 с.
2. Гнучкі комп'ютеризовані системи: проектування, моделювання і управління : підручник для вищих навчальних закладів / Л.С. Ямпольський, П.П. Мельничук, К.Б. Остапенко та ін. – Житомир : ЖДТУ, 2005. – 680 с.
3. Кирилович В.А. Геометричний аспект траєкторних задач роботизованих механоскладальних технологій / В.А. Кирилович, І.В. Сачук // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація : зб. наук. праць Кіровоградського державного технологічного університету. – Кіровоград, КДТУ. – 2003. – № 12. – С. 210–214.
4. Колодницький М.М. Елементи теорії САПР складних систем : навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / М.М. Колодницький. – Житомир : ЖПІ, 1999. – 512 с.
5. Проць Я.І. Захоплювальні пристрої промислових роботів : навч. посіб. / Я.І. Проць. – Тернопіль, Тернопільський державний технічний університет ім. І.Пулюя, 2008. – 232 с.
6. Сигорский В.П. Математический аппарат инженера / В.П. Сигорский. – К. : Техника, 1975. – 538 с.
7. Сольницев Р.Н. Автоматизация проектирования гибких производственных систем / Р.Н. Сольницев, А.Е. Кононюк, Ф.М. Кулаков. – Ленинград : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1990. – 415 с.
8. Технологія автоматизованого виробництва : підручник для вищих навчальних закладів / О.О. Жолобов, В.А. Кирилович, П.П. Мельничук, В.А. Яновський. – Житомир : ЖДТУ, 2008. – 1014 с.
9. Ямпольський Л.С. Автоматизированные системы технологической подготовки робототехнического производства / Л.С. Ямпольский, О.М.Калин, М.М. Ткач. – К. : Вища шк. Головное изд-во, 1987. – 271 с.
10. Asfal C.R. Robots and manufacturing automation. – Jonn Wiley Sons, inc., 1992. – 488 с.
11. Keramas J. Robot technology fundamentals / J.G. Keramas. – New York, Delmer Publisher, 1999. – 408 p.
12. Robot Grippers / Gareth J. Monkman, Stefan Hesse, Ralf Steinmann, Henrik Solnnk. – Copyright ©

2007 WILEY – VCH verlag GmbH Co. KGaA, Weinheim. – 453 с.

КИРИЛОВИЧ Валерій Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації і комп'ютеризованих технологій Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– автоматизований синтез роботизованих механоскладальних технологій машино- та приладобудування.

E-mail: [kiril\\_v@mail.ru](mailto:kiril_v@mail.ru)

Подано 24.12.2009

**Кирилович В.А.** Інформаційна модель об'єктів маніпулювання для умов роботизованих механоскладальних технологій

**Кирилович В.А.** Информационная модель объектов манипулирования для условий роботизированных механосборочных технологий.

**Kurylovych V.** Information model of the objects of handling for robotic mechanical assembling technologies.

УДК

**Информационная модель объектов манипулирования для условий роботизированных механосборочных технологий / В.А. Кирилович**

На основании используемых понятий представлена структура полной информационной модели (ИМ) практически любого объекта манипулирования, с которым взаимодействует схват промышленного робота при реализации роботизированных механосборочных технологий. Полная информационная модель состоит из упорядоченного множества частичных ИМ, для которых представлены последовательность их формирования, структура и содержание.

УДК

**Information model of the objects of handling for robotic mechanical assembling technologies / V. Kurylovych**

The structure of the complete information model (IM) of the any object handling, which has interaction with industrial robot's end effector during robotic mechanical assembling technologies realization, is presented on the basis of used terms. The complete IM consists of the partial IMs ordered set. The sequence of its forming, structure and content are presented for each of them.