

УДК 621.941

І.В. Луців докт.техн.наук, проф., О.О. Стахурський, М.П. Регейло

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

МОРФОЛОГІЧНИЙ СИНТЕЗ ВЕРСТАТНО-ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ КІНЕМАТИЧНОГО ДРОБЛЕННЯ СТРУЖКИ

I.V. Lutsiv Dr., Prof., O.O. Stakhurskyi, M.P. Reheilo

MORPHOLOGICAL SYNTHESIS OF MACHINE-TOOL EQUIPMENT FOR KINEMATIC CHIP BREAKING

Розробку нових схем оснащення для кінематичного дроблення стружки із застосуванням зв'язків адаптивного типу між окремими різальними елементами для обробки поверхонь обертання зручно провести за допомогою методу морфологічного синтезу. Для його здійснення диференціюємо морфологічні ознаки оснащення. При цьому будемо виділяти лише найсуттєвіші характеристики, що чинять істотний вплив на процес дроблення стружки. Окрім цього зауважимо, що розглядуваний синтез стосується лише способу обробки поділом подачі, бо саме поділ подачі забезпечує взаємно пов'язані осциляції різальних елементів у процесі функціонування зв'язків адаптивного типу.

Всю множину морфологічних ознак схем дроблення стружки із застосуванням зв'язків адаптивного типу зручно розподілити на 5 груп.

Перша група ознак (*typ*) стосується кількості різальних елементів (лез) (*no*), що беруть долю в обробці та зв'язків між цими різальними елементами (*lk*): без зв'язків адаптивного типу; лише із зв'язками адаптивного типу; коли одне лезо жорстко закріплене, а між іншими мають місце зв'язки адаптивного типу.

Друга група ознак (*kin*) стосується сукупності рухів (*mo*), що їх здійснюють елементи верстатно-інструментального оснащення при подрібненні стружки: рухи відсутні; існує лише рух механізму зв'язків адаптивного типу; рух супорту (інструментального блоку); рух заготовки; рух супорту (інструментального блоку) і заготовки. Реалізація цих рухів може забезпечуватися додатковим приводом (*pr*), що надає системі коливачь (*os*), характер яких може бути за формою синусоїдальним чи у вигляді імпульсів прямокутної, трикутної чи параболічної форми.

Третя група ознак (*sys*) пов'язана із налагодженням технологічної системи (налагодження інструментів (*to*) та установка заготовки (*de*)) на дроблення. Адже налагодження різальних елементів на обробку може бути однаковим, або ж леза можуть бути виставлені на різні глибини різання, з похибкою по висоті, нерівномірно розміщені по колі деталі, а заготовка може бути закріплена з ексцентриситетом, або так, що її поздовжня вісь не співпадає з віссю обертання шпинделя (інструменту), а становить з цією віссю певний кут β .

Четверта група ознак (*cut*) стосується різниці в геометрії самих різальних лез (*an*) (різні головні кути в плані, різні передні кути, різні кути нахилу різальних лез) або ж у загостренні цих чи інших лез (*hr*), які можуть бути однаковими або із різними радіусами при вершині.

П'ята група ознак (*mes*) пов'язана із конструктивними особливостями механізмів із зв'язками адаптивного типу, які можуть включати систему керування (*ws*), а можуть бути і без цієї системи (*uc*). До цих особливостей, зокрема, можна віднести різні характеристики вирівнювальних механізмів, різнокроковість гвинтових пар, різні кути при вершинах клинопальцевих і кульково-конусних механізмів, різні

кількості зубів (діаметри) зубчастих чи фрикційних механізмів, різні діаметри гідро (пнемо) циліндрів чи камер та інші.

Об'єднання цих ознак дозволяє розробити основну морфологічну модель, комбінації елементів якої утворюють множину схем дроблення стружки при багатолезовій обробці із застосуванням зв'язків адаптивного типу. Загальну логічну функцію схем дискретного різання можна представити так:

$$\tau = \text{typ} \wedge \text{kin} \wedge \text{sys} \wedge \text{cut} \wedge \text{mec}. \quad (1)$$

Зв'язки між окремими ознаками в кожній групі не можна записати однозначно. Проте матриця побудована так, що в загальному випадку має місце:

$$\text{typ} = \text{mt} \wedge \text{nb} \wedge \text{lk}; \quad \text{kin} = \text{mo} \wedge \text{pr} \wedge \text{os}; \quad \text{sys} = \text{to} \wedge \text{de}; \quad \text{cut} = \text{an} \wedge \text{hr}; \quad \text{mec} = \text{uc} \wedge \text{wc}.$$

Відповідно загальна формула схем:

$$\tau = (\text{mt} \wedge \text{nb} \wedge \text{lk}) \wedge (\text{mo} \wedge \text{pr} \wedge \text{os}) \wedge (\text{to} \wedge \text{de}) \wedge (\text{an} \wedge \text{hr}) \wedge (\text{uc} \wedge \text{wc}). \quad (2)$$

Можна також записати для окремих груп ознак:

$$\text{– Група typ: } \text{mt} = \bigvee_{i=1}^6 (\text{mt}_i); \quad \text{no} = \bigvee_{j=1}^5 (\text{no}_j); \quad \text{lk} = \bigvee_{k=1}^5 (\text{lk}_k).$$

$$\text{– Група kin: } \text{mo} = \left[\bigvee_{i=1}^6 (\text{mo}_i) \right] \bigvee_{r=1}^3 \left[\bigvee_{s=1}^3 (\text{mo}_2 \wedge \text{mo}_{2+r}) \right]; \quad \text{pr} = \text{pr}_1 \vee \text{pr}_2; \quad \text{os} = \bigvee_{m=1}^5 (\text{os}_m).$$

$$\text{– Група sys: } \text{to} = \left[\bigvee_{n=1}^5 (\text{to}_n) \right] \bigvee_{s=1}^2 \left[\bigvee_{t=1}^2 (\text{to}_2 \wedge \text{to}_{2+s}) \right]; \quad \text{de} = \left[\bigvee_{g=1}^4 (\text{de}_g) \right] \bigvee_{p=1}^2 \left[\bigvee_{q=1}^2 (\text{de}_2 \wedge \text{de}_{2+p}) \right].$$

$$\text{– Група cut: } \text{an} = \left[\bigvee_{i=1}^5 (\text{an}_i) \right] \bigvee_{f=1}^3 \left[\bigvee_{j=1}^3 (\text{an}_2 \wedge \text{an}_{2+f}) \right]; \quad \text{hr} = \left[\bigvee_{e=1}^3 (\text{hr}_e) \right] \bigvee \left[(\text{hr}_2 \wedge \text{hr}_3) \right].$$

$$\text{– Група mec: } \text{uc} = \bigvee_{o=1}^7 (\text{uc}_o); \quad \text{wc} = \bigvee_{v=1}^4 (\text{wc}_v).$$

Аналіз приведених логічних співвідношень дозволяє помітити, що в межах загальної формули деякі сполучення не є дійсними. Тому можна, також, записати логічні обмеження, які слід мати на увазі при побудові схем, наприклад:

$$\text{mt}_2 \wedge \text{no}_1 = \text{mt}_2 \wedge \text{no}_3 = \dots = \text{mt}_2 \wedge \text{no}_5 = \text{false};$$

$$\text{mt}_3 \wedge \text{no}_1 = \text{mt}_3 \wedge \text{no}_2 = \text{mt}_3 \wedge \text{no}_4 = \text{mt}_3 \wedge \text{no}_5 = \text{false};$$

$$\text{lk}_1 \wedge \text{mo}_2 = \text{false}; \quad \text{lk}_2 \wedge \text{mo}_1 = \text{lk}_2 \wedge \text{mo}_3 = \dots = \text{lk}_2 \wedge \text{mo}_5 = \text{false};$$

$$\text{lk}_1 \wedge \text{mo}_1 \wedge \text{pr}_2 = \text{false}; \quad \text{uc}_i \wedge \text{wc}_j = \text{false}; \quad (i = \overline{1, 7}; \quad j = \overline{2, 5}); \quad \text{і т.д.}$$

Варіанти з цими обмеженнями слід вилучити із розгляду.

Таким чином, множину варіантів схем можна представити формулою:

$$\tau_p = [\text{true}(\tau)]. \quad (3)$$

Логічні операції з морфологічною матрицею дають можливість отримати значну кількість реальних схем кінематичного дроблення стружки при застосуванні зв'язків адаптивного типу. З врахуванням багатфункціональності верстатно-інструментального оснащення системний підхід до проектування дозволяє реалізувати раціональну стратегію вибору варіантів оснащення для дроблення стружки при токарній обробці.