

УДК 621.9

М.О. Левченко, Л.С. Кравченко, канд. техн. наук, М.Г. Іщенко,
Харків, Україна

МОДУЛЬНИЙ КОМБІНОВАНИЙ ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ БАГАТОЦІЛЬОВИХ ВЕРСТАТИВ

Представлена збірна головка, що обертається при різанні, сконструйована за модульним принципом. Інструмент дозволяє одночасно обробляти три внутрішніх і три зовнішніх поверхні. При необхідності комбінований інструмент допускає регулювання зовнішніх поверхонь за допомогою компенсаторів. Наведено розмірний аналіз точності розмірів базових поверхонь інструменту.

Приведена сборная вращающаяся при резании головка, сконструированная по модульному принципу. Инструмент позволяет одновременно обрабатывать три внутренних и три наружных поверхности. При необходимости комбинированный инструмент допускает регулирование наружных поверхностей с помощью компенсаторов. Дан размерный анализ точности размеров базовых поверхностей инструмента.

Assembled tool head, rotating when cutting, constructed according to the modular approach, is shown. The tool makes it possible to machine three inner and three external surfaces simultaneously. If necessary, the external surfaces of multifunction tool can be adjusted using compensators. Dimensional analysis of dimensional accuracy of base surfaces of the tool is given.

Важливою характеристикою металорізального обладнання є степінь концентрації технологічних переходів, яка визначається послідовністю формування поверхонь на заготовці і характером їх суміщення.

Упровадження концентрації технологічних переходів на багатоцільових верстатах є революційним підходом в технології обробки матеріалів [1].

Нами розроблена конструкція інструментальної головки для одночасної обробки декількох поверхонь тримача з конусом 7:24 по ГОСТ 25827-83 на базі рекомендацій фірми «GHRING» [2].

Збірним інструментом одночасно виконується обробка трьох внутрішніх (1, 2, 3) і трьох зовнішніх поверхонь (4, 5, 6) (рис. 1).

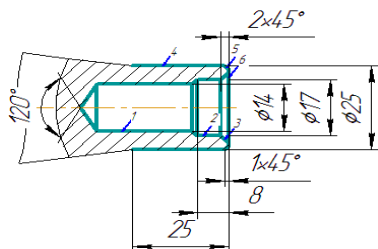


Рисунок 1 – Задані поверхні тримача для обробки збірним інструментом

Конструкція збірного комбінованого інструменту представлена на рис. 2.

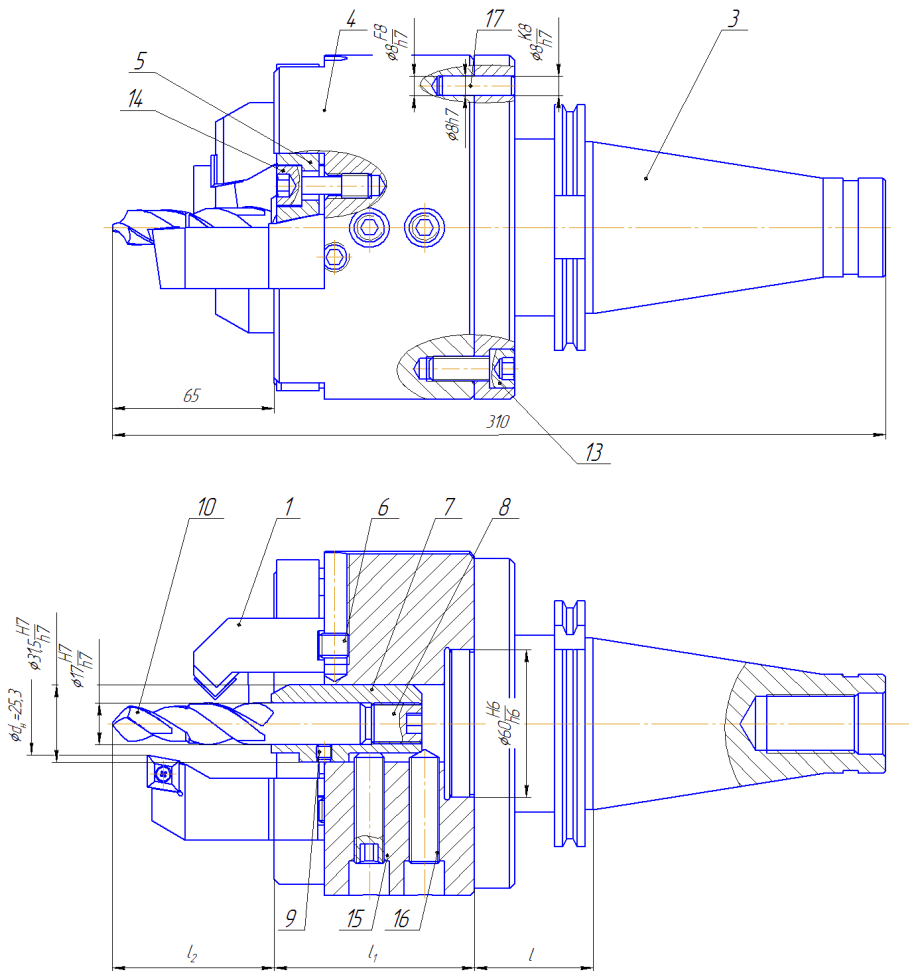


Рисунок 2 – Конструкція збірного комбінованого інструменту:

- 1 – різцева вставка; 3 – тримач; 4 – корпус; 5, 7, 9 – установочні деталі конструкції;
- 6, 8, 16 - компенсатори для регулювання вильоту різального інструменту;
- 10 – комбіноване свердло для обробки внутрішніх поверхонь

Ми виконали розрахунок точності розмірів базових поверхонь збірної головки виходячи з допустимого биття різальних кромок комбінованого свердла 10.

Розрахунок точності розмірів базових поверхонь модульного комбінованого інструменту виконали за допомогою розмірного ланцюга похибок виготовлення і складання [3]. Розрахунок виконано двома методами: max-min і ймовірнісним.

Допустиме биття різальних кромок комбінованого свердла після установлення збірної головки в шпиндель верстата складає $[e_{\Delta}] = 0,056$ мм [3].

На рис. 3 представлена схема розмірного ланцюга збірного комбінованої головки, встановленої в шпинделі верстата. Геометричний зміст похибок виготовлення й складання, що утворюють розмірний ланцюг інструменту, наведений в табл. 1.

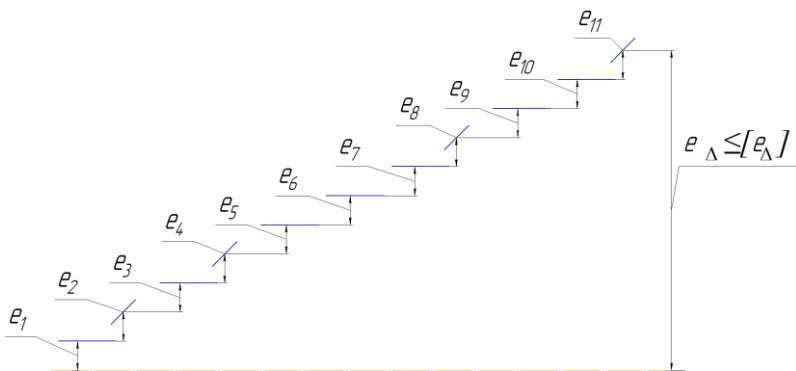


Рисунок 3 – Схема розмірного ланцюга похибок елементів модульного комбінованого інструменту, встановленого в шпинделі верстата

При розрахунку розмірного ланцюга методом max-min повинна бути виконана умова (1).

$$e_{\Delta} \leq [e_{\Delta}] \quad (1)$$

Рівняння складального розмірного ланцюга збірного комбінованого інструменту, встановленого в шпинделі (2):

$$e_{\Delta} = \xi_1 \cdot e_1 + \xi_2 \cdot e_2 + \xi_3 \cdot e_3 + \xi_4 \cdot e_4 + \xi_5 \cdot e_5 + \xi_6 \cdot e_6 + \xi_7 \cdot e_7 + \xi_8 \cdot e_8 + \xi_9 \cdot e_9 + \xi_{10} \cdot e_{10} + \xi_{11} \cdot e_{11} \leq [e_{\Delta}] \quad (2)$$

де $\xi_1 = \xi_3 = \xi_5 = \xi_7 = \xi_9 = \xi_{10} = 1$;

$$\xi_2 = \frac{l+l_1+l_2}{l_{i_2}}; \xi_4 = \frac{l+l_1+l_2}{l_{i_4}}; \xi_6 = \frac{l_1+l_2}{l_{i_6}}; \xi_8 = \xi_{11} = \frac{l_2}{l_{i_8}};$$

$l = 50$ мм; $l_1 = 80$ мм; $l_2 = 65$ мм (рис. 2);

$l_{i_2} = 300$ мм; $l_{i_4} = l_{i_6} = l_{i_8} = 100$ мм.

За формулою (1.2) розраховували величину замикаючої ланки e_{Δ} , мкм:

$$e_{\Delta} = 1 \cdot 1 + 0,65 \cdot 0,1 + 1 \cdot 5 + 1,95 \cdot 0,65 + 1 \cdot 5 + 1,45 \cdot 19 + \\ + 1 \cdot 5 + 0,8 \cdot 4,3 + 1 \cdot 25 + 1 \cdot 18 + 0,8 \cdot 10 = 97,1775 \text{ мкм}$$

Результати розрахунку методом max-min показали, що прийнята точність деталей, які входять до збірного комбінованого інструменту, якщо вектори $e_1 \dots e_{11}$ діють в одному напрямку, умова $e_{\Delta} \leq [e_{\Delta}]$ не задовольняється. Тобто $e_{\Delta} > [e_{\Delta}]$.

Так як метод max-min застосовують при розрахунку розмірних ланцюгів з двома або трьома ланками з високою точністю замикаючої ланки й багатоланкових розмірних ланцюгів з малою точністю замикаючої ланки, тому вирішимо цю ж задачу ймовірнісним методом [5, с. 152].

В нашому прикладі економічно виправданим є ризик $P = 0,27\%$, при якому $k_{\Delta} = 1$. Значення коефіцієнтів k_i наведено в табл. 1.

Щоб прискорити підбір похибок e_3, e_4, \dots, e_{11} , мкм, при розрахунку розмірного ланцюга ймовірнісним методом, похибки, розраховані методом max-min, збільшили у два рази (табл. 1).

Правильність підбору допусків e_{Δ} , мкм перевірили розрахунком за формулою (3) [4]:

$$e_{\Delta} = \frac{1}{k_{\Delta}} \sqrt{\sum (\xi_i \cdot e_i \cdot k_i)^2}. \quad (3)$$

Значення ξ_i й k_i наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Похибки розташування осей симетрії деталей збірного комбінованого інструменту у шпинделі

Деталь у розмірному ланцюзі	Геометричний зміст і тип похибки	e_i	ξ_i	k_i [4]	Допуск похибки, мкм	
					1*	2*
1	2	3	4	5	6	7
Шпиндель верстата	Биття різальних кромки інструменту через паралельне перенесення осі конусного отвору шпинделя верстата. Похибка векторна	e_1	1	1,17	1	1
	Биття різальних кромки інструменту через перекид осі конусного отвору шпинделя верстата. Похибка кутова	e_2	0,65	1,1	0,1	0,1
Тримач (3)	Биття тримача через неспіввісність конічної й циліндричної поверхонь. Похибка векторна	e_3	1	1,09	5	10
	Биття тримача від перекосу у гнізді шпинделя. Конус 7:24. Прийнята точність конуса АТ5. Похибка кутова	e_4	1,95	1,51	0,65	1,3
Корпус (4)	Биття корпусу через неспіввісність базових поверхонь. Похибка векторна	e_5	1	1,17	5	10
	Биття різальних кромки інструменту через зміщення вісі корпусу відносно вісі тримача через зазор. Прийнята посадка $\varnothing 60 \frac{H6}{h6}$ Похибка векторна	e_6	1,45	1,09	19	21

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Втулка-адаптер (7)	Биття різальних кромок інструменту через не співвісність двох базових циліндричних поверхонь (d_z, d_{cb}). Похибка векторна	e_7	1	1,09	5	10
	Биття різальних кромок інструменту через перекиє втулки при закріпленні її базовими гвинтами. Похибка кутова	e_8	0,8	1,09	4,3	8
	Биття різальних кромок інструменту через зміщення при збірці вісі втулки відносно вісі отвору в корпусі через зазор. Прийнята посадка $\varnothing 31,5 \frac{H7}{h7}$ Похибка векторна	e_9	1	1,09	25	25
Свердло комбіноване (10)	Биття різальних кромок інструменту через зміщення вісі свердла відносно вісі втулки-адаптера через зазор між базовими поверхнями. Прийнята посадка $\varnothing 17 \frac{H7}{h7}$ Похибка векторна	e_{10}	1	1,09	18	20
	Биття різальних кромок інструменту відносно вісі циліндричної поверхні власного хвостовика. Похибка кутова	e_{11}	0,8	1,09	10	20

Порівняння розрахункового $e_A = 55,3 \mu\text{м}$ із допустимим значенням $[e_A] = 56 \mu\text{м}$ показує, що допуски прийняті (табл. 1) на складові ланки, гарантують точність замикаючої ланки.

Розрахункові посадки на базові поверхні збірної модульної головки приведені на рис. 2.

Список використаних джерел: 1. *Карпуть В.С., Граніця В.О.* Ефективне використання верстатів з ЧПК у авіаційному агрегатобудуванні. – Харків: ДП ХМЗ «ФЕД». – 2009. – 228 с. 2. *GUHRING. Modulare werkzeugsystem GE 100.* 3. *Кравченко Л.С.* Розмірний аналіз при проектуванні, виготовленні й складанні: Навч. посібник[для студ. вищ. навч. закл.]. – Харків: НТУ «ХПІ», 2009. – 356 с. 4. *Кирсанов Г.Н.* Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов. – М.: Машиностроение, 1986, 280 с.

Bibliography (transliterated): 1. *Karpus' V.S., Granicija V.O.* Efektivne vikoristannja verstativ z ChPK u aviacijnomu agregatobuduvanni. – Harkiv: DP HMZ «FED». – 2009. – 228 s. 2. *GUHRING. Modulare werkzeugsystem GE 100.* 3. *Kravchenko L.S.* Rozmirmij analiz pri proektuvanni, vigotovlenni j skladanni: Navch. posibnik[dlja stud. vishh. navch. zakl.]. – Harkiv: NTU «HPІ», 2009. – 356 s. 4. *Kirsanov G.N.* Rukovodstvo po kursovomu proektirovaniju metallorezhushhjih instrumentov. – M.: Mashinostroenie, 1986, 280 s.

Поступила в редколлегию 21.11.2014