

УДК 623.565

**О. Безуглий, І.С.Меленкін, В.П.Приходько<sup>1</sup>**

1 – Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ

## **РЕАЛІЗАЦІЯ, ОСОБЛИВОСТІ ТА МОЖЛИВОСТІ БАЗУВАННЯ ЗАГОТОВОК ПРИ ОБРОБЛЕННІ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПУ**

Використання контактної вимірювальної системи (КВС) на основі вимірювальних головок (ВГ) на сучасних верстатах з ЧПУ відкриває (створює) нові можливості та особливості реалізації принципів базування, для вирішення задачі забезпечення заданої точності розмірів і взаємного розташування поверхонь.

Використання ВГ не приводить до зміни основних принципів базування, а лише надає нові можливості для реалізації принципів базування: 1) сталості (постійності) технологічних баз та 2) суміщення технологічних і вимірювальних баз.

Дотримання принципу суміщення баз забезпечує усунення похибок базування, а отже підвищення точності одержуваних розмірів та технічних вимог розташування поверхонь. Дотримання зазначеного принципу особливо важливо у випадку одержання розмірів достатньо високої точності (IT 7-10)[1]. При традиційних підходах до базування, дотримання його суперечило, як правило, принципу сталості ТБ та означало необхідність переустановлення заготовок із зміною ТБ, а отже і верстатних пристроїв, що використовувались при обробленні. Така ситуація мала місце у більшості випадків реалізації технологічних процесів, адже одночасне дотримання принципів сталості та суміщення ТБ могло мати місце тільки у випадку коли всі розміри деталі у відповідному координатному напрямку були б задані від одної вимірювальної бази. У практиці оброблення деталей така ситуація зустрічалась дуже рідко, а отже при традиційних підходах до побудови ТП, в залежності від властивостей вирішуваних задач, перевага, у більшості випадків, віддавалась дотриманню одного із зазначених принципів.

Це означало, що перевага віддавалась або забезпеченню точності розмірів, за рахунок суміщення ТБ, наслідком чого було збільшення кількості переустановлень заготовки та кількості різних видів верстатних пристроїв і, в результаті – можливе зниження продуктивності оброблення та підвищення собівартості, або підвищенню продуктивності та зменшенню собівартості оброблення, за рахунок зменшення кількості переустановлень заготовки у ході технологічного процесу і кількості, різних за конструкцією та схемами базування, верстатних пристроїв внаслідок дотримання принципу сталості ТБ.

Сучасні можливості верстатів з ЧПУ і зокрема, використання вимірювальних головок, інтегрованого оброблення деталей, реалізація переходів точіння, розточування, свердління, фрезерування в одній операції дозволяють більш повно та ефективно побудувати операції оброблення деталі з одночасним використанням двох основних принципів базування.

Покажемо на прикладах використання можливостей КВС для забезпечення принципів сталості та суміщення технологічних баз при обробленні на верстатах з ЧПУ.

Токарне оброблення деталі «Вал-шестерня». Більша частина оброблення заготовки виконується з установкою заготовки в центрах, тобто з використанням подвійної направляючої і опорної (один із торців) ТБ. Підготовка ТБ (оброблення центрових отворів і фрезерування торців) виконується попередньо, як правило, на фрезерно-центрувальних або токарних операціях, після чого, з дотриманням принципу сталості ТБ, все подальше оброблення виконується з базуванням по центрових отворах і торцю. Така побудова ТП диктується жорсткими вимогами до взаємного розташування циліндричних (співвісності) та торцевих поверхонь (відхилення від перпендикулярності). При обробленні по такій схемі подібних деталей (точіння, шліфування торців) виникає проблема забезпечення точності лінійних розмірів, що задані від різних торців (вимірювальних баз), внаслідок неможливості забезпечення виконання принципу суміщення вимірювальних і технологічних баз, та виникнення похибок базування.

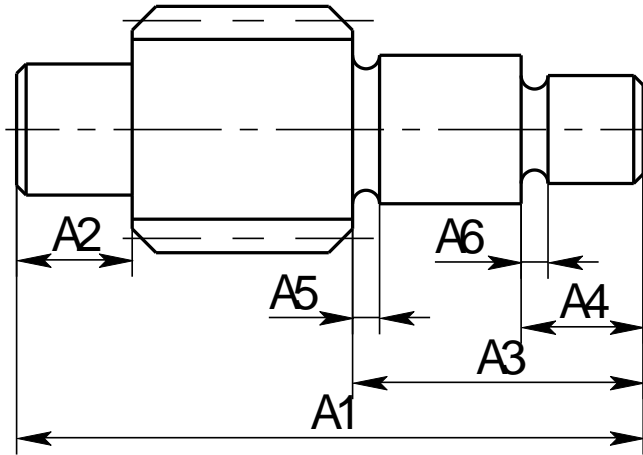


Рис.1. – Ескіз деталі Вал-шестерня

005. Фрезерно-центрувальна

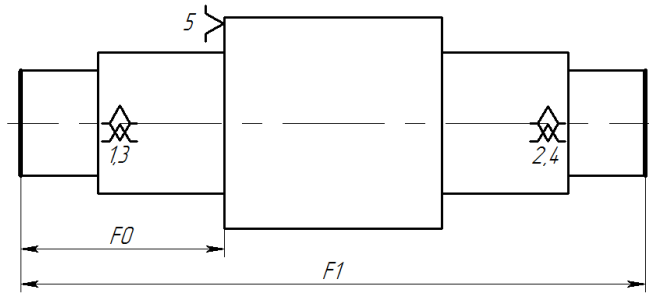


Рис.2. Операційний ескіз

010. Токарна з ЧПУ

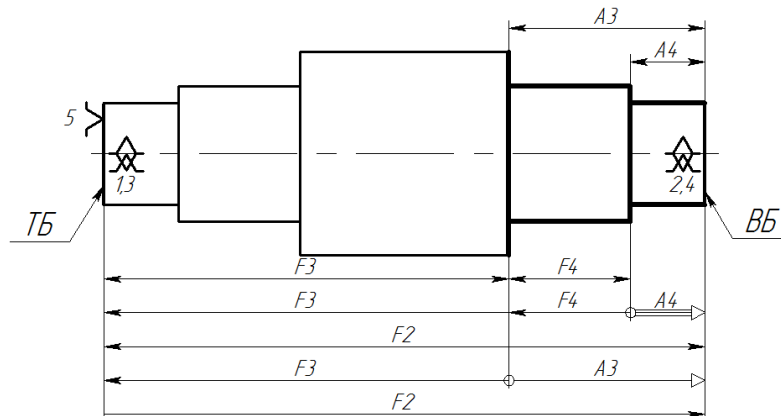


Рис.3. Операційний ескіз та схеми операційних розмірних ланцюгів токарної обробки

$$[A4] = -F4 - F3 + F2 \quad (1)$$

$$[\omega A4] = \omega F4 + \omega F3 + \omega F2; \quad [\omega A4] = 0,45 \text{ (мм)}$$

$$[A3] = -F3 + F2 \quad (2)$$

$$[\omega A3] = \omega F3 + \omega F2; \quad \text{чистове точіння } \omega F3 = \omega F2 = 0,15 \text{ (мм)}$$

$$[\omega A3] = 0,15 + 0,15 = 0,3 \text{ (мм)}$$

При отриманні обох конструкторських розмірів (A3 і A4) будуть мати місце похибки базування, які дорівнюватимуть:  $\varepsilon_6 = \omega F2$  – величині поля розсіювання технологічного розміру F2, що зв'язує технологічну і вимірювальну бази. Розв'язати задачу суміщення ВБ і ТБ, використовуючи традиційні підходи – перенесення реальної опорної точки 5 на другий торець за рахунок застосування, наприклад, контршпинделя неможливо, оскільки це утруднить доступ

інструментів у зону оброблення. Внаслідок зазначених причин точність розмірів  $A_3$ ,  $A_4$  може бути забезпечена тільки за рахунок суттєвого підвищення точності складових ланок ( $F_2, F_3, F_4$ ) операційних розмірних ланцюгів (1,2), таким чином, щоб величини їх полів розсіювання були у 2-3 рази меншими ніж величини допусків розмірів  $A_3$ ,  $A_4$ .

Використання при токарному обробленні на верстатах з ЧПУ вимірювальних головок дозволяє визначити фактичне положення поверхні правого торця валу, і умовно перенести опорну точку 5 на правий торець (точка 5') – та забезпечити таким чином суміщення технологічної і вимірювальної баз, без реальної зміни установки заготовки. У такому випадку система координат верстата прив'язується до правого торця, тобто базування заготовки відбувається за рахунок переміщення (зміни) положення точки відліку в системі координат верстата, а не за рахунок зміни положення заготовки. У результаті схема оброблення на токарній операції матиме наступний вигляд (рис.4.). На схемах оброблення: 5 – опорна ТБ; 5' – віртуальна ТБ (настроювальна база).

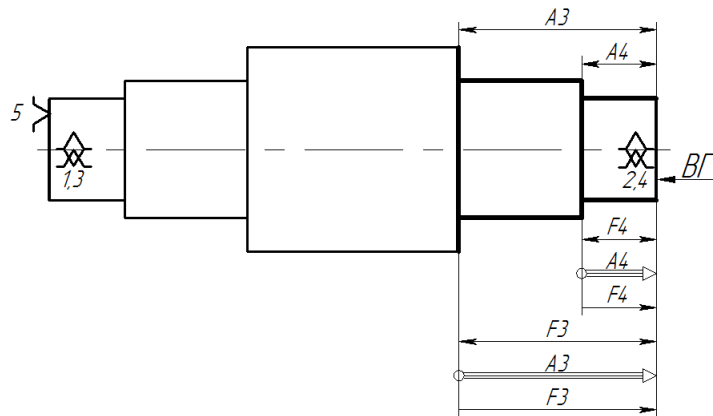


Рис.4. Операційний ескіз та схеми розмірних ланцюгів при використанні для базування ВГ

Відповідні ОРЛ матимуть наступний вигляд:

$$[A_4] = F_4; [\omega A_4] = \omega F_4; [A_3] = F_3; [\omega A_3] = \omega F_3;$$

У такому випадку буде усунена похибка базування і  $[\omega A_3] = \omega F_3 = 0,15$  (мм).

Приклад 2. Оброблення штоків гідроциліндрів.

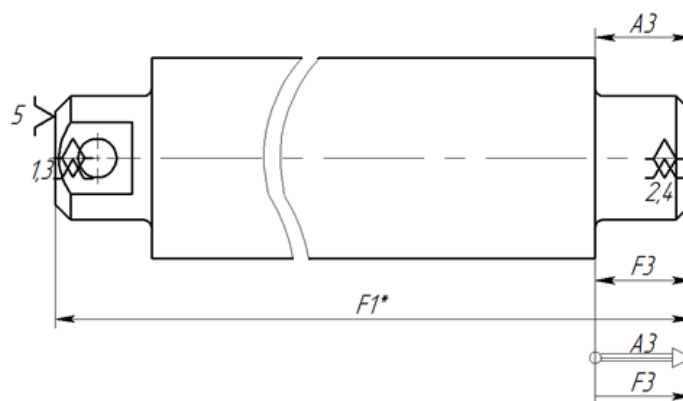


Рис.5. Операційний ескіз та розмірні ланцюги для формування розміру  $A_3$  (Варіант 1)

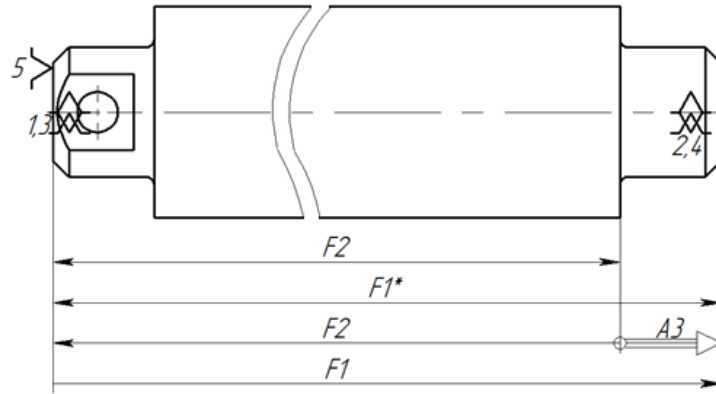


Рис.6. Операційний ескіз та розмірні ланцюги для формування розміру А3 (Варіант 2)

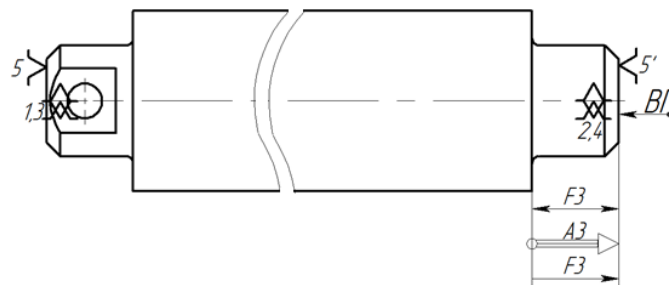


Рис.7. Операційний ескіз та розмірні ланцюги для формування розміру А3 (Варіант 3)

1 варіант(рис.5):  $[A3] = F3$ ;  $[\omega A3] = \omega F3$ , але у цьому випадку  $\omega F3 = \omega_{ек} F3 + \varepsilon_{6F3}$ ;  $\varepsilon_{6F3} = \omega F1$ , отже  $[\omega A3] = \omega_{ек} F3 + \omega F1$ .

2 варіант(рис.6):  $[A3] = -F2 + F1$ ;  $[\omega A3] = \omega F2 + \omega F1$

3 варіант (рис.7) – віртуальна зміна опорної ТБ за рахунок визначення фактичного положення вимірювальної бази за допомогою ВГ.  $[\omega A3] = \omega F3$ , отже точність розміру А3 буде найвищою із всіх варіантів.

При цьому варіанті не відбувається переустановлення та перезакріплення заготовки, тобто забезпечується сталість положення заготовки, у той же час, за допомогою ВГ визначається реальне положення вимірювальної бази і точка відліку (система координат верстата ) переноситься на правий торець заготовки, який буде як вимірювальною, так і налагоджувальною (віртуальною технологічною) базою, що і забезпечить усунення похибки базування та забезпечить одержання точності КР А3 за допомогою дволанкового розмірного ланцюга  $[A3] = F3$ . Такий варіант буде одним із найменш затратних з точки зору забезпечення необхідної точності розміру. Зауважимо, що його реалізація буде пов'язана з деякими (незначними) додатковими витратами часу проведення вимірювань для визначення положення торця – вимірювальної бази.

Висновки.

Використання КВС на верстатах з ЧПУ дозволяє забезпечити одночасне виконання принципів сталості і суміщення технологічних баз, без переустановлення заготовок і таким чином використати у повній мірі переваги їх дотримання, зокрема спростити конструкцію верстатних пристроїв, усунути похибки базування та установки заготовок і забезпечити досягнення необхідної точності розмірів з мінімальними витратами ресурсів.

Список використаних джерел:

1.Рудь В.Д. та інші. Розмірно- точносний аналіз конструкцій та технологій. Навч. посібник/ Рудь В.Д., Герасимчук О.О., Маркова Т.П. – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2008. – 344с.