УДК 621.952

Оргіян А.О., аспірант
Національний університет «Одеська політехніка», orgiyan@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОХИБОК БАЗУВАННЯ ПРИ ТОРЦЕВОМУ ФРЕЗЕРУВАННІ

При торцевому фрезеруванні, що виконується на верстатах високої точності, похибки оброблення, викликані пружними деформаціями, можуть виявитися домінуючими, становлячи 86% від сумарної похибки [1]. Аналіз жорсткості фрезерного верстата показав, що розрахунок похибок, викликаних деформаціями елементів системи верстат-пристрій-інструмент-деталь (ВПІД), слід проводити за допомогою матричних характеристик жорсткості верстата [2]. Особливу групу деформаційних похибок утворюють похибки закріплення заготовки на опорних поверхнях з допомогою зминання останніх. Похибки установки на опору у вигляді плити на столі верстата досягають 0,03мм, якщо поверхня, що контактує, не оброблена, і 0,01-0,02, якщо оброблена. Для різних типів опор наводяться орієнтовні дані контактної піддатливості. Так, для сферичних опор піддатливість досягає значення 0,02 мкм/Н, що дозволяє оцінювати деформації контактів за відомим затискним зусиллям Q (рис. 1). Зазначимо, що у роботі [3] відсутні рекомендації щодо розрахунку динамічних похибок, викликаних коливаннями верстата.

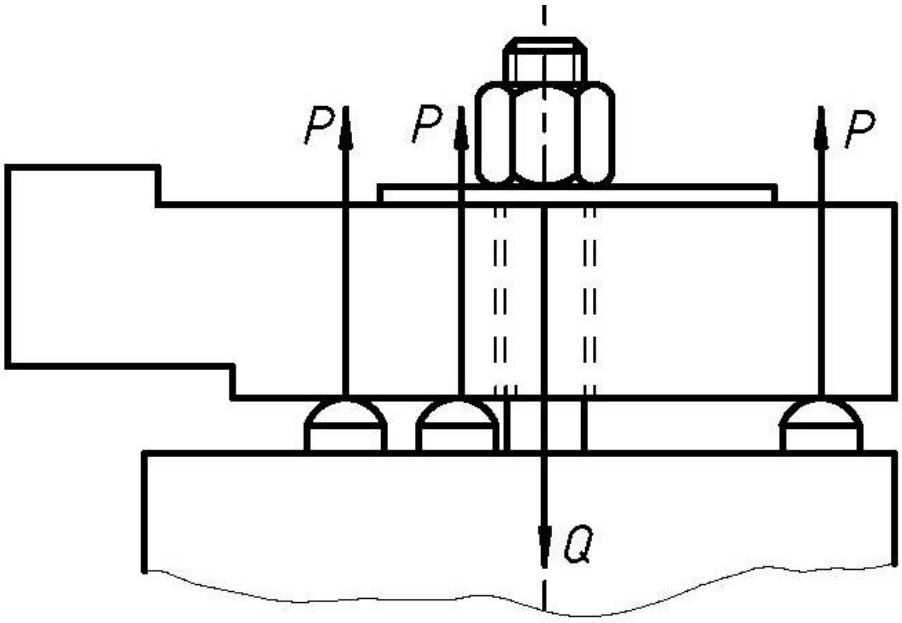

Рис.1 – Реакції опор при кріпленні заготовки: P – реакція опор; Q – затискне зусилля.

Похибки базування заготовки визначаються неточністю розташування вимірювальної поверхні відносно установчої. При фрезеруванні торця III заготовки із забезпеченням розміру *a* від торця II (рис.2), цей розмір можна розглядати як замикаючу ланку в розмірному ланцюзі b, c, e та A. Вважаючи в межах одного налагодження A = const, отримуємо для розглянутого прикладу $\Delta a=\Delta b+\Delta c+\Delta e$.

Динамічні похибки, викликані коливаннями верстата та технологічної системи, є складною проблемою при розрахунках. Їх виникнення пов'язане з нестабільністю процесу різання, дисбалансом обертових частин верстата, зовнішніми вібраціями тощо. Розрахунок динамічних похибок потребує врахування динамічних характеристик верстата, інструменту та заготованки, а також аналізу спектру за частотами коливань.

Аналіз похибки базування через розмірний ланцюг є класичним та ефективним методом для оцінки впливу неточностей розташування установочної та вимірювальної баз на точність оброблюваного розміру.

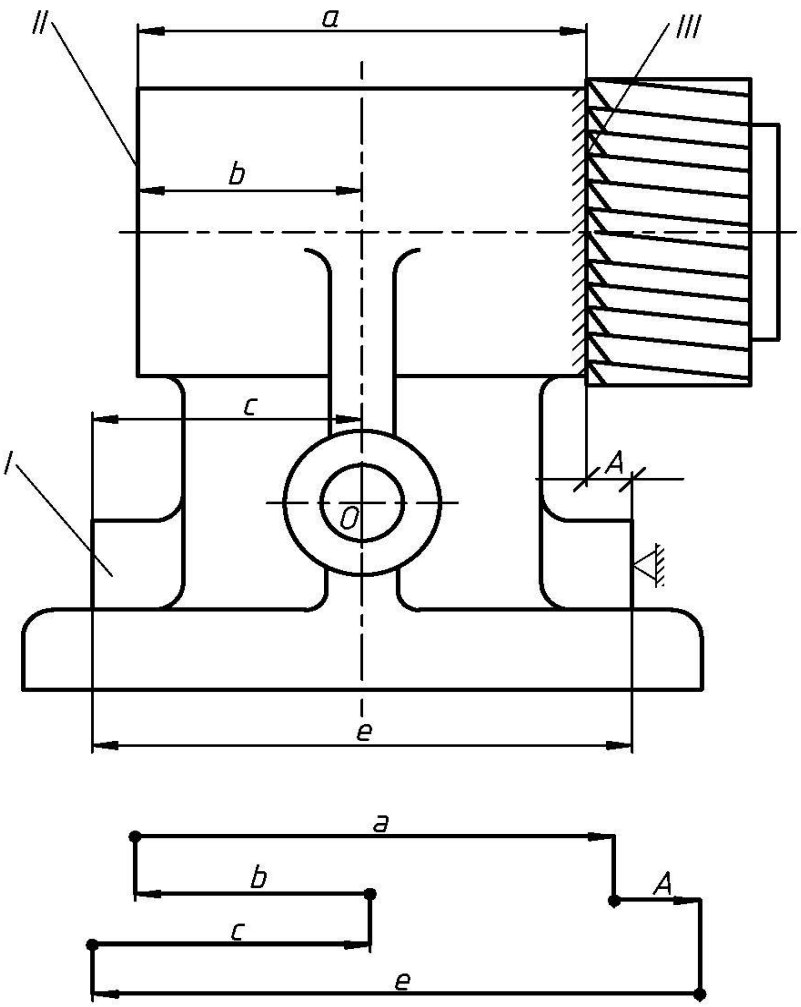

Рис.2 – Схема базування заготовки по площинах

При високоточному торцевому фрезеруванні пружні деформації є одним із основних джерел похибок обробляння. Для їх мінімізації необхідно проводити комплексний аналіз жорсткості всіх елементів системи ВПІД, враховувати контактні деформації при закріпленні заготованки та прагнути до зменшення похибок базування.

Незважаючи на важливість статичних деформацій, не слід ігнорувати вплив динамічних похибок, особливо при високошвидкісному фрезеруванні чи обробленні тонкостінних деталей. Розробка методів прогнозування та зменшення динамічних похибок є важливим напрямком подальших досліджень у галузі підвищення точності фрезерного оброблення.

Список посилань

1. Oborskyi, G., Orgiyan, A., Ivanov, V., Balaniuk, A., Pavlenko, I., Trojanowska, J. Im-provement of the Dynamic Quality of Cantilever Boring Bars for Fine Boring Machines, 11 (1), art. no. 7 (2023). DOI: 10.3390/machines11010007.

2. Dyadya, S., Vnukov, Y., Kozlova, O., Trishyn, P. Regularities of Oscillations During Turning and End Milling Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp. 136-144. (2024) DOI: 10.1007/978-3-031-42778-7_13

3. Ostapenko, B. A., Kushnirov, P. V., Dynnyk, O. D., & Omelianenko, A. Y.. COMPOSITE MILLING HEADS FOR MACHINING LARGE FLAT SURFACES. Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Mechanization and Automation of Production Processes, (3 (57), 24-31 (2024). DOI:10.32782/msnau.2024.3.4.