

Арсенюк М.І., наук. кер. Корбут Є.В., к.т.н., доц.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, e-mail: MaximArseniuk@gmail.com

ВПЛИВ РЕЖИМІВ ОБРОБКИ НА ЗБУДЖУЮЧІ ВІБРАЦІЇ ІНСТРУМЕНТА ПРИ СВЕРДЛІННІ

Операція свердління – одна з найпоширеніших операцій в галузі машинобудування, приладобудування. Зі зростанням вимог щодо точності та якості обробки виникає необхідність розгляду питання якості інструменту та умов його роботи.

Для подрібнення стружки і полегшення її виводу з зони різання багато авторів пропонують використовувати так званий регенеративний ефект для створення додаткових осьових вібрацій. Суть регенеративного ефекту полягає в тому, що на кожному проході інструмент обробляє не вихідну поверхню заготовки, а вже змінену, утворену після попередніх проходів різальних кромки інструмента (рис. 1). При цьому на утворення нових поверхонь в процесі зрізання матеріалу впливає не тільки рух подачі, але і пружні відхилення системи, пов'язані з вібраціями її елементів. Формування викривленої вібраціями обробленої поверхні торця отвори призводять до того, що сила різання, що діє на різальні кромки інструменту в поточний момент часу стає змінною і залежить від історії вібрацій системи в момент попереднього проходу різальних кромки. При певних умовах дія такої сили різання може призвести до формування позитивного зв'язку і підкачування енергії в коливальну систему, тим самим викликаючи динамічну втрату стійкості рівноваги.

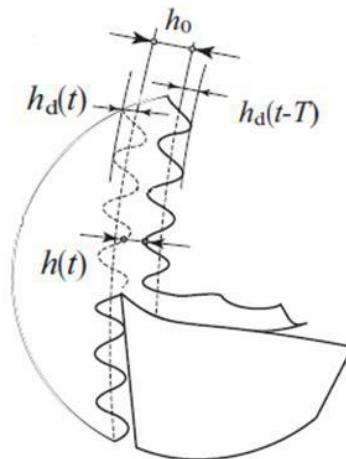


Рис. 1. Ілюстрація до поняття регенеративного ефекту. h_0 – товщина шару, що зрізається, $h_d(t)$ – пружне зміщення інструменту на поточному проході, $h_d(t-T)$ – пружне зміщення інструменту на попередньому проході, $h(t)$ – реальна товщина шару, що зрізається, отримана з урахуванням вібрацій на поточному та попередньому проходах, T – період проходження різальних кромки.

У лінійному наближенні диференціальні рівняння динаміки системи являють собою рівняння із запізненням, вирішення яких дає діаграму стійкості. Приклад такої діаграми наведено на рис. 2 [3]. Наведена діаграма показує, що за умови збереження стійкості в залежності від вибору швидкості обертання інструменту обробка може здійснюватися з різною шириною різання, тобто з різною ефективністю і продуктивністю.

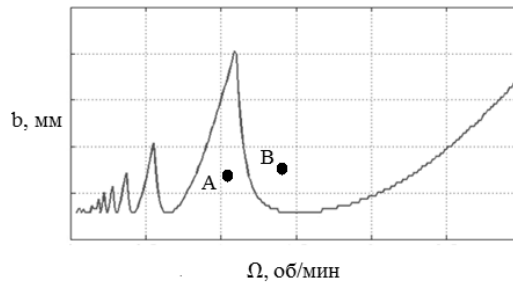


Рис. 2. Приклад діаграми стійкості при обробці різанням. Ω - частота обертання, b – ширина різання (у випадку свердління - діаметр), А - точка в стійкій зоні, В - точка в нестійкій зоні

При розгляді динаміки процесу свердління, параметр b відповідає значенню діаметра свердла і є варіюваним конструктивним параметром. З рис. 2 видно, що при фіксованому значенні b при збільшенні частоти обертання відбувається послідовний прохід через зони стійкості і нестійкості, що чергуються.

Важливою особливістю процесу свердління, фактично, його відмінністю від інших процесів лезової обробки (точіння, фрезерування), є те, що порушення осьових вібрацій інструменту призводить до дроблення стружки [5,6], що дозволяє істотно підвищити якість і продуктивність обробки, зокрема, значно збільшити допустиму глибину обробки отворів. При точінні і фрезеруванні збудження вібрацій в будь-якому напрямку призводить до погіршення якості обробленої поверхні і прискореного зносу інструменту.

Список використаних джерел:

1. Кудинов В.А. Динамика станков. М.: Машиностроение, 1967. 357 с.
2. Altintas Y. Manufacturing automation. New York: Cambridge University Press, 2012. 366p.
3. Schmitz T.L., Smith K.S. Machining Dynamics. Frequency Response to Improved Productivity. Springer US, 2009. 303 p.
4. Merdol S.D., Altintas Y. Multi Frequency Solution of Chatter Stability for Low Immersion Milling // Journal of Manufacturing Science and Engineering. 2004. Vol. 126, iss. 3. P. 459-466.
5. Gousskov A.M., Voronov S.A., Ivanov I.I., Nikolaev S.M., Barysheva D.V. Investigation of vibratory drilling model with adaptive control. Part 1: control of cutting continuity index // Journal of Vibroengineering. 2015. Vol. 17, iss. 7. P. 3702-3714.
6. Воронов С.А., Гуськов А.М., Иванов И.И., Барышева Д.В., Киселёв И.А. Существующие методы обеспечения низкочастотных вибраций инструмента с целью дробления стружки при сверлении отверстий // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э.Баумана. Электрон. журн. 2014. № 12. С. 842-857.