

УДК 621.91

Тришин П.Р.¹, Короткий Р.Є.²

¹ PhD, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. М-111 НУ «Запорізька політехніка»

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДИНАМІКИ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ ПРИ ТОЧЕННІ ВАЖКООБРОБЛЮВАНИХ МАТЕРІАЛІВ

Дослідження процесу різання важкооброблюваних матеріалів – одне з актуальних завдань у сучасному машинобудуванні. Підвищені вимоги до якості обробки, довговічності інструменту та ефективності виробництва потребують глибокого розуміння динаміки процесу різання.

Важкооброблювані матеріали, такі як високолеговані сталі, титанові та нікелеві сплави, мають унікальні фізико-механічні характеристики: висока твердість та міцність при високих температурах; схильність до зміцнення під час деформації; низька теплопровідність; висока абразивність; підвищене утворення наросту на ріжучій крайці. Завдяки цим властивостям вони знаходять широке застосування в аерокосмічній, медичній та енергетичній галузях.

Однак їхня обробка пов'язана з низькою складнощів. У процесі точіння в зоні різання виникають значні сили та високі температури, а також спостерігаються різкі коливання напружень зсуву та температур у первинній зоні деформації. Це призводить до утворення смуг зсуву, що формують сегментовану стружку з характерною періодичністю, яка збігається з частотою коливань різання сил [1].

Дослідження показують, що зі збільшенням швидкості різання відбувається зміна морфології стружки: суцільна зливна стружка трансформується спочатку в сегментну, а потім – в елементну. Ця еволюція пов'язана з термопластичною нестабільністю у первинній зоні зсуву, що викликає періодичне утворення смуг деформації.

Слід зазначити, що сегментна стружка є домінуючим типом стружкоутворення при обробці важкооброблюваних матеріалів [2]. Для неї характерна виражена нерівномірність: зони з інтенсивною пластичною деформацією (адіабатичні смуги зсуву) чергуються із сегментами, у яких рівень деформації суттєво нижчий.

Незважаючи на те, що сегментна стружка може погіршувати якість поверхні та сприяти прискореному зносу інструменту, в умовах автоматизованого виробництва вона полегшує процеси дроблення та видалення стружки. Однак, сегментне стружкоутворення також здатне викликати вібрації [3], що негативно впливають на точність обробки, якість поверхні та термін служби різального інструменту.

Сильна вібрація при різанні важкооброблюваних матеріалів також може бути пов'язана зі зміною товщини різку при точінні за вібраційним слідом [1]. Підтвердження даного ефекту представлено у роботах з дослідження регенеративних автоколивань при обробці сплаву Ti-6Al-4V [4, 5].

Стружкоутворення є одним із ключових факторів, що впливають на інтенсивність вібрацій при різанні. Однак дослідники вібрацій при точінні важкооброблюваних матеріалів мають різні думки про вплив процесу стружкоутворення та регенеративного ефекту на збудження автоколивань.

Для підвищення стабільності процесу різання необхідно провести дослідження основних джерел збудження вібрацій при точінні важкооброблюваних матеріалів. На основі яких зробити висновок про застосовування оптимальних режимів та умов різання. Правильний аналіз та оптимізація цих факторів дозволяють досягти високої точності та надійності при точінні навіть найскладніших матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Nakagawa J. Identification and effect of chip shear band on chatter vibration in the turning of Nickel Alloy 718 / J. Nakagawa, N. D. Farahani, Y. Altintas // *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*. – 2023. – Vol. 44. – P. 82–90. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2023.05.004>
2. Fazlali M. Predictive model of chip segmentation in machining of high-strength metallic alloys / M. Fazlali, M. Ponga, X. Jin // *Journal of Materials Processing Technology*. – 2022. – Vol. 308. – P. 117723. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2022.117723>
3. Hussain A. Mechanics of milling 48-2-2 gamma titanium aluminide / A. Hussain, S. E. Layegh, I. Lazoglu, P. J. Arrazola, X. Lazcano // *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*. – 2020. – Vol. 30. – P. 131–139. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2020.05.001>
4. Li M. Chatter suppression during milling of Ti-6Al-4V based on variable pitch tool and process damping effect / M. Li, W. Zhao, L. Li, N. He, M. Jamil //

Machines. – 2022. – Vol. 10(4). – P. 222.
<https://doi.org/10.3390/machines10040222>

5. Feng J. An efficient method to predict the chatter stability of titanium alloy thin-walled workpieces during high-speed milling by considering varying dynamic parameters / J. Feng, N. Hou, Z. Jian, Z. Sun, J. Zhang // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2020. – Vol. 106. – P. 5407–5420.
<https://doi.org/10.1007/s00170-020-05031-4>.