

УДК 621.9.01

Ю.Я. Новіцький, к.т.н., доцент, М. Я. Новіцький, аспірант
Національний університет "Львівська політехніка", Україна, м. Львів

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЙНОГО ДЕМПФУВАННЯ АВТОКОЛИВАНЬ СИСТЕМИ ВПІД

Yurii Novitskyi PhD, Associate Professor, Maksym Novitskyi PhD Student

RESEARCH OF THE PARAMETERS OF STRUCTURAL DAMPING OF SELF- OSCILLATIONS IN COMPONENTS OF A METAL-CUTTING MACHINE

Як відомо, автоколивання, що виникають в процесі різання деяких важкооброблюваних матеріалів (корозійно-стійкі та жароміцні сталі і сплави), негативно впливають на якість поверхні деталі, стійкість інструмента та ресурс верстата [1], тому амплітуду цих коливань по можливості необхідно зменшувати.

Одним із способів зменшення амплітуди автоколивань є використання спеціального інструменту із здатністю розсіювати частину енергії коливань системи ВПІД.

В даній роботі оцінюється можливість використання конструкційного тертя всередині державки токарного різця для пасивного демпфування енергії автоколивань.

Конструкція різця, в якій реалізовано даний принцип розсіювання енергії коливань, представлена на рис. 1,а. Як видно із рисунка, державка різця з розмірами 12х12х80 розділена на дві частини не електроіскровому верстаті дротом діаметром 0,1 мм. Обидві частини з'єднані між собою болтовим з'єднанням. Болт М5 встановлено із зазором в отворі, діаметром 6 мм. В задній частині збірної державки виконано заклепкове з'єднання, яке не бере участі в процесі демпфування, а служить упором. Значення сили тертя між двома частинами державки регулюється затяжкою болта.

На рис. 1,б представлено графічну залежність енергії розсіювання протягом циклу коливання від контактного тиску [2]. Як видно із рисунка, оптимум тиску лежить на границі повного зсуву пластини відносно основи. Для нашого випадку кращим варіантом є опертий задній торець пластини, що відображено штрих-пунктирною лінією.

Як впливає із аналізу цієї залежності, існує оптимальне значення контактного тиску відносно сили зсуву пластини, відхилення від якого призводить до зменшення розсіювання енергії коливань.

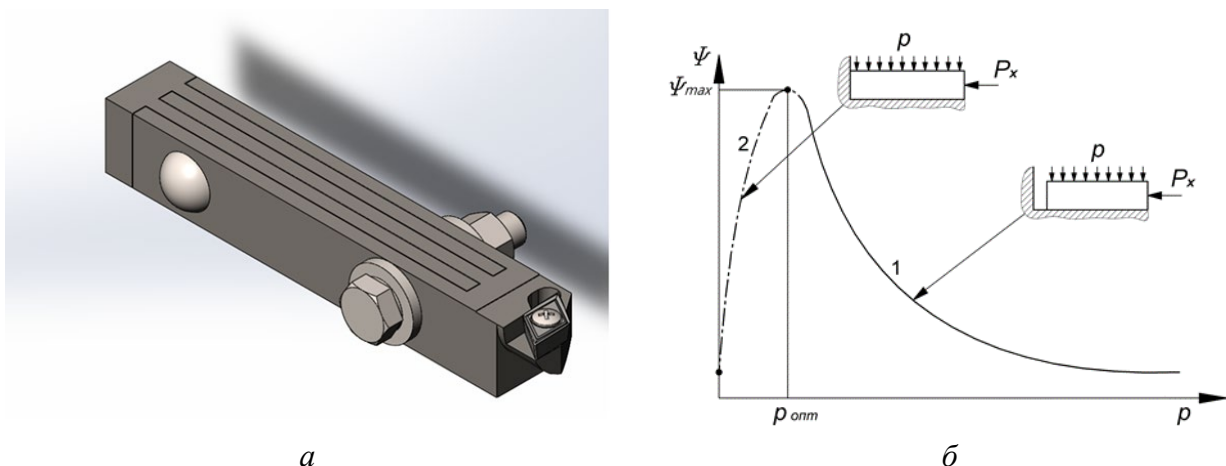


Рис. 1. Розсіювання енергії коливань протягом одного циклу (а – петля гістерезису, б – енергія розсіювання)

Автоколивання системи ВПІД досліджувалися розв'язуванням системи диференціальних рівнянь чотиримасової коливальної системи, яка складається із супорта,

різця, оброблюваної деталі та шпинделя, що з'єднані між собою та станиною верстата пружними зв'язками із демпферами, відповідно до схеми класичного токарного верстата, маса станини якого є значно більшою за масу окремих його вузлів, тому їх коливання розглядаються відносно умовно нерухомої станини [1, 3].

Результати досліджень - амплітуди автоколивань різця, представлені на рис.2.

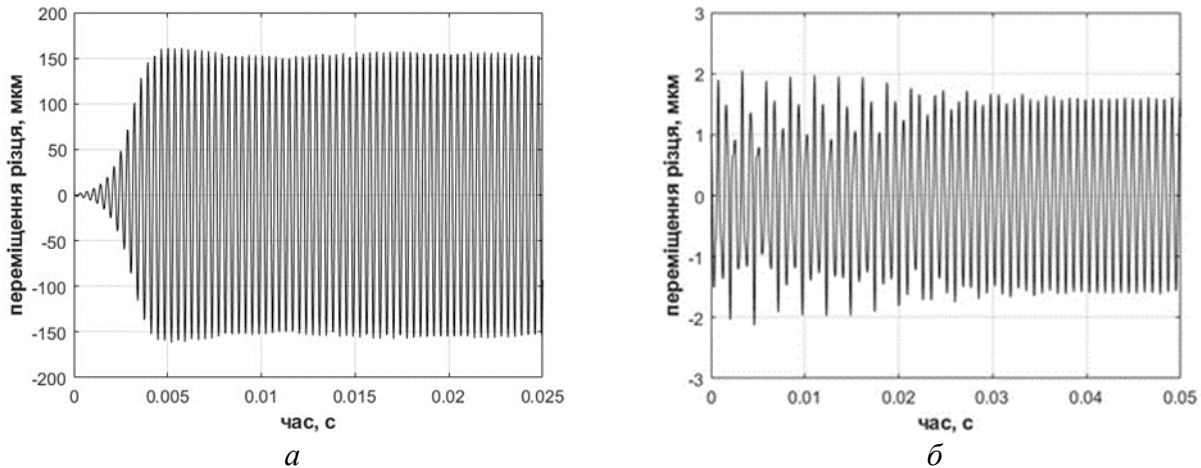


Рис. 2. Амплітуда автоколивань різця (*a* – із суцільною державкою, *б* – із розрізною державкою)

Як видно із рисунка, амплітуда коливань різця із розрізною державкою приблизно в 100 разів менша від амплітуди коливань різця із суцільною державкою. На рис. 4 представлено амплітуди автоколивань різця із різними значеннями сили затяжки болта.

Як показують проведені теоретичні дослідження математичної моделі, подальше збільшення контактного тиску між окремими частинами державки різця призводить до зменшення енергії розсіювання коливань, і, як наслідок, до зростання їх амплітуди, що повністю корелюється із графічною залежністю, представленою на рис. 1,б.

Отже, забезпечуючи оптимальне значення сили тертя в розрізній державці різця, можна запобігати виникненню автоколивань в процесі різання важкооброблюваного матеріалу, або ж значно зменшувати їх амплітуду.

Література:

1. Новіцький Ю. Я., Дмитерко П. Р. Оптимізація параметрів демфування автоколивань багаточастотної коливальної системи // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні. – 2017. – № 867. – С. 51–55.
2. Пановко Я. Г. Внутреннее трение при колебаниях упругих систем / Я. Г. Пановко. – М.: Гос. изд. физ-мат. лит., 1960. – 190 с.
3. Stupnytskyi V., Novitskyi Y., Novitskyi Y., Xianning S. Comprehensive system for simulation of vibration processes during the titanium alloys machining // Archive of Mechanical Engineering. – 2023. – Vol. 70, iss. 1. – P. 85–105.