

ВПЛИВ ЧИСЛА РІЖУЧИХ ВИСТУПІВ НА ПЕРЕРИВЧАСТОМУ ШЛІФУВАЛЬНОМУ КРУЗІ НА ПАРАМЕТРИЧНУ СТІЙКІСТЬ ПРУЖНОЇ СИСТЕМИ СТАНКА І НА ШОРСТКІСТЬ ОБРОБЛЕНОЇ ПОВЕРХНІ

О.О. Якімов , доктор техн. наук

Одеський національний політехнічний університет

С.М. Уминський, канд. техн. наук, **С.Ю. Дмитрієва**, інж.

Одеський державний аграрний університет

Наведено результати досліджень, спрямованих на виявлення умов виникнення в пружній системі шліфувального верстата параметричного резонансу при обробці абразивними кругами, що мають переривчасту робочу поверхню.

Ключові слова: пружна система шліфувального верстата, параметричний резонанс, кількість прорізів, абразивний інструмент, параметрична стійкість.

Вступ. Шліфування, як метод остаточної обробки, дозволяє забезпечити високу точність розмірів і форм і малу шорсткість обробленої поверхні. Основний недолік процесу шліфування – виникнення високих температур в зоні різання. Абразивні круги з переривчастою робочою поверхнею є ефективним засобом зниження температури при шліфуванні [1]. Однак широке використання переривчастих кругів в промисловості стримується малим вивченням динамічних явищ, притаманних цьому виду обробки, виникненню вібрацій абразивного інструменту і, як наслідок, неможливістю забезпечити якісні показники оброблених поверхонь.

Проблема. Виявлення умов виникнення параметричної нестійкості пружної системи верстата та її впливу на значення показників точності оброблених поверхонь присвячені роботи [2-8]. Однак питання пов'язані з виникненням параметричного резонансу при шліфуванні переривчастими абразивними кругами в сучасній технічній літературі не отримали достатнього освітлення.

Мета і результати досліджень. Метою даної роботи є встановлення впливу числа ріжучих виступів на переривчастому шліфувальному крузі і величини відношення ширини западини до довжини виступу на погіршення шорсткості обробленої поверхні у зв'язку із зміною параметричної стійкості пружної системи шліфувального верстата. Отримано умову нестійкої роботи пружної системи [9]:

$$|L| > \frac{1+M}{2} \quad (1)$$

де

$$L = \frac{e^{-h(\tau_1 + \tau_2)}}{h(\tau_2 + h \sin 2k_2 \tau_1)} \sqrt{1 - \sin^2 k_1 \tau_1 \sin^2 k_2 \tau_2}$$

$$-2 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \cos k_2 \tau_1 \cdot \cos k_1 \tau_1 \cdot \cos k_2 (\tau_1 + \tau_2) - k_2^2 \sin k_1 \tau_1 \sin k_2 \tau_1 + k_2 \tau_2 \quad (2)$$

$$M = \frac{k_1 k_2 e^{-2h(\tau_1 + \tau_2)} \cos k_2 \tau_1 \cdot \cos k_1 (\tau_1 + \tau_2)}{h \cos k_2 \tau_1 + h \sin 2k_2 \tau_1} \quad (3)$$

де

$$\tau_1 = \frac{l'_1}{V_{kp}}; \tau_2 = \frac{l'_2}{V_{kp}}; l'_1 = \frac{\pi \cdot D_{kp}}{n \cdot (1 + N)}; l'_2 = \frac{\pi \cdot D_{kp}}{n \cdot \left(1 + \frac{1}{N}\right)}$$

$N = \frac{l'_2}{l'_1}$ — коефіцієнт уривчастості; n — число западин на шліфувальному крузі; l'_1 — довжина виступа; l'_2 — довжина западини.

$$k_1 = \sqrt{\frac{C_o}{m} + \frac{C_o \cdot \left(\frac{t_l}{t_\phi} - 1\right)}{2 \cdot m} - h^2}; \quad k_2 = \sqrt{\frac{C_o}{m} - \frac{C_o \cdot \left(\frac{t_l}{t_\phi} - 1\right)}{2 \cdot m} - h^2};$$

t_l, t_ϕ — глибина різання, встановлена по лімбу й фактична глибина різання відповідно; h — величина, що характеризує загасання коливань у часі, 1/сек; C_o — наведена жорсткість пружної системи Н/м; V_{kp} — швидкість круга; D_{kp} — діаметр круга; m — наведена маса круга, $(Н \cdot сек^2)/м$.

На рис.1 показані графічні залежності лівої $L = f(n, N)$ і правої $\frac{1+M}{2} = f(n, N)$ частин умови нестійкості (1), які виглядають у вигляді хвилеподібної і плоскої поверхонь відповідно. Лінії взаємного перетину цих поверхонь окреслюють області параметричної нестійкості пружної системи, тобто є межами множин, що включають в себе такі поєднання чисел ріжучих виступів n і значень коефіцієнта уривчастості N , при яких дотримується умова нестійкості (1), тобто виникає параметричний резонанс. На рис. 1 показано вплив кількості ріжучих виступів на переривчастому шліфувальному крузі на параметричну нестійкість пружної системи верстата, а на рис. 2 — вплив цієї нестійкості на шорсткість обробленої поверхні. На рис. 1 досліджуваний діапазон чисел ріжучих виступів $3 \leq n \leq 60$ розбитий на окремі інтервали (по чотири виступи в кожному), а на рис. 2 буквами А, Б і В позначені інтервали чисел ріжучих виступів, при яких виникає параметрична нестійкість пружної системи верстата. Після шліфування на верстаті МААГ за нульовою схемою переривчастими абразивними кругами, які мають 8, 14, 22, 34 і 60 ріжучих виступів, проводилися виміри параметра шорсткості Ra на лівому і правому профілях зубів на комплексній вимірювальній машині «КІМ Р-100». Результати замірів представлені у вигляді експериментальних графіків $Ra=f(n)$ (верхня крива — для лівого профілю, нижня крива — для правого). Зіставлення цих графіків з розрахунковими залежностями $\frac{M+1}{2} = f(n)$, які характеризують параметричну нестійкість пружної системи верстата, дозволило встановити погіршення шорсткості поверхні при виникненні параметричного резонансу,

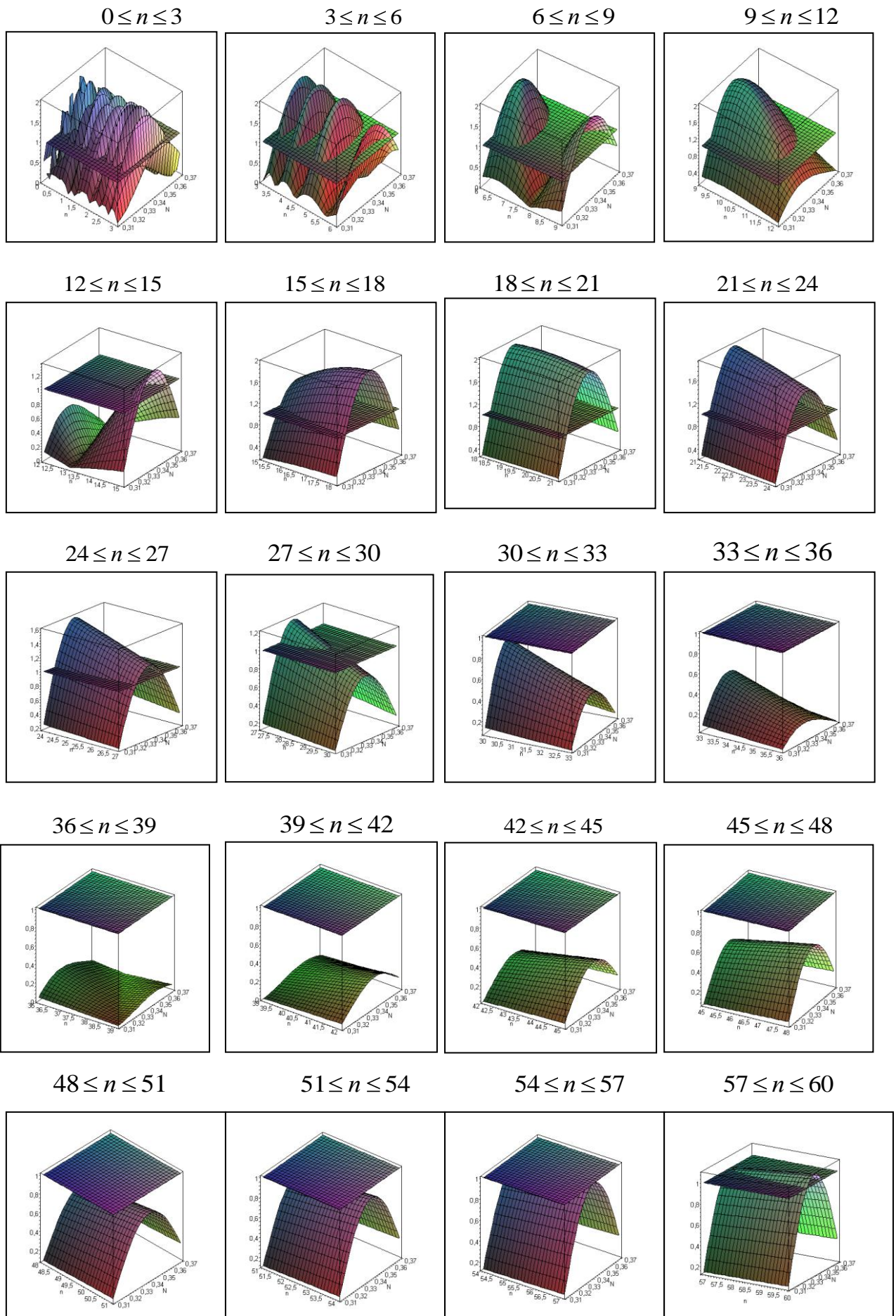


Рис.1. Параметричне зрудження пружної системи верстата на різних інтервалах зміни кількості ріжучих виступів.

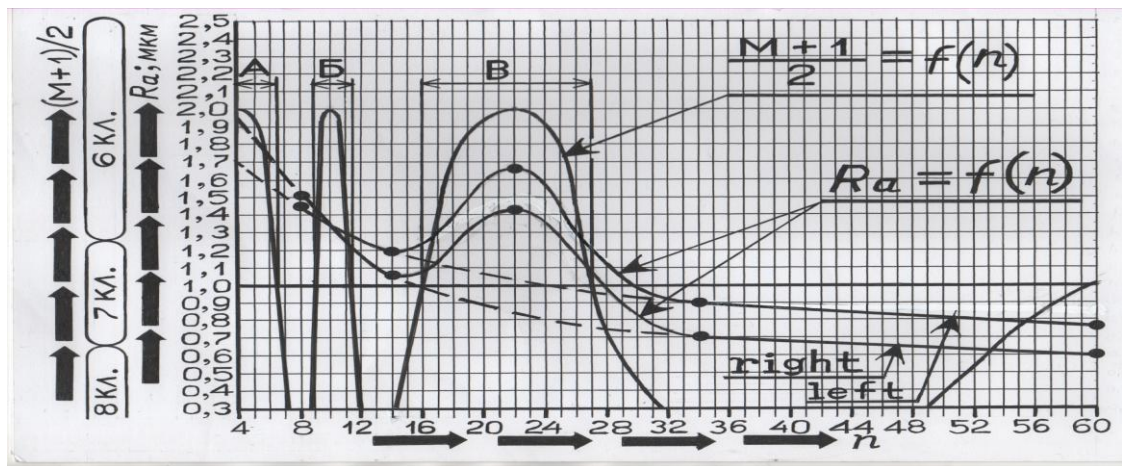


Рис. 2. Вплив параметричної нестійкості пружної системи верстата на шорсткість обробленої поверхні.

що є непрямим підтвердженням правильності зроблених розрахунків. На графіках $Ra=f(n)$ простежується поліпшення шорсткості поверхні при збільшенні числа ріжучих виступів на переривчастому абразивному крузі.

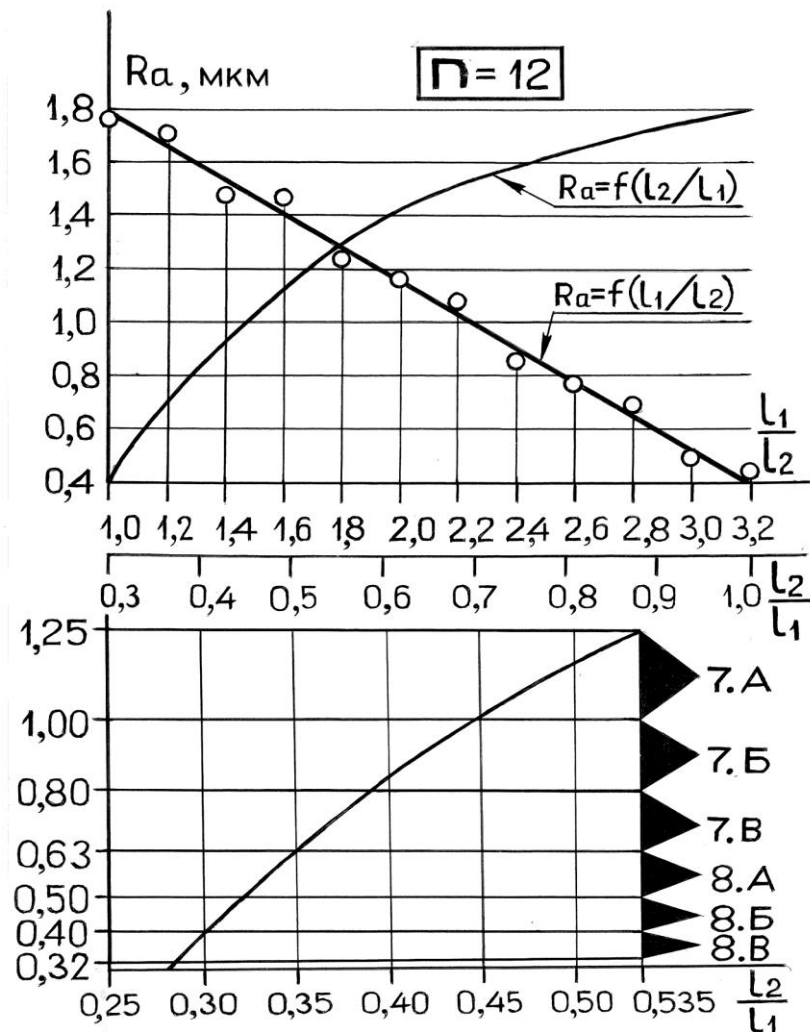


Рис. 3. Залежність шорсткості поверхні від співвідношення протяжності ріжучого виступу l_1 і упадини l_2 переривчастого круга після 10-хвилинного періоду шліфування на режимах: $V=9\text{м/хв}$; $t=0,03\text{мм}$; $S=2,4\text{мм/ход}$

пружній системі верстата параметричного резонансу. Висота шорсткості обробленої поверхні залежить не тільки від числа ріжучих виступів на переривчастому крузі. Більшою мірою вона залежить від величини відношення ширини западини l_2 до довжини виступу l_1 (тобто від коефіцієнта уривчастості N). Чим більше величина цього відношення, тим гірше шорсткість. Це видно з експериментальних даних, представлених на рис. 3. Експерименти проводилися для плоского шліфування.

Висновки. Теоретично обгрунтовано та експериментально підтверджено, що кількість ріжучих виступів на переривчастому абразивному крузі значно впливає на параметричну стійкість пружної системи шліфувального верстата і на висоту шорсткості обробленої поверхні. Цю обставину необхідно враховувати при проектуванні шліфувальних кругів з переривчастою робочою поверхнею.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лищенко Н.В., Ларшин В.П., Якимов А.В. Определение температуры прерывистого шлифования//Праці Одеського політехнічного університету: Науковий та науково-виробничий збірник. — Одеса, 2012. — Вип.2(39). — С.80-85.
2. Оргиян, А.А. Колебания и устойчивость упругих систем обточных, копировальных станков//Високі технології в машинобудуванні: Зб. наук. пр. НТУ «ХП». — 2000. — Вип. 1(3). — С.184-190.
3. Оргиян, А.А. Условие параметрической неустойчивости замкнутой динамической системы расточного станка//Резание и инструмент в технологических системах: Междунар. науч.-техн. сб. — Харьков, НТУ «ХПИ», 2006. — Вып.70. — С.362-369.
4. Оргиян О.А., Бажанов О.І., Бензар А.М. Параметричні коливання при механічній обробці деталей//Физические и компьютерные технологии. — Труды 15-й Международной научно-технической конференции, 2-3 декабря 2009 г. — Харьков: ХНПК «ФЭД», 2009. — С.40-46.
5. Оргиян О.А., Бажанов О.І., Бензар А.М. Обработка перерывчастих поверхонь на розточувальних верстатах //Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. — Харків: ХНТУСГ, 2009. — Вип.81 — С.253-257.
6. Линчевский П.А., Джугурян Т.Г., Оргиян А.А. Обработка деталей на отделочно-расточных станках. — К.: Техника. — 2001. — 300с.
7. Линчевский П.А., Оргиян А.А., Онищенко С.М. Тонкое растачивание отверстий с прерывистой поверхностью//Физические и компьютерные технологии. — Труды 11-й Международной научно-технической конференции, 2-3 июня 2005 г. — Харьков: ХНПК «ФЭД», 2005. — С.48-52.
8. Свирцев, В.И. Повышение эффективности процессов шлифования за счет их динамической стабилизации.//Прогрессивные процессы и оборудование

механической обработки деталей авиационной техники/КАИ, Казань, 1984. — С.26-32.

9.Усов, А.В. Параметрические резонансы, возникающие при кусочно-постоянном возбуждении упругой системы шлифовального станка /А.В. Усов, А.А. Якимов//Праці Одеськ. нац. політехн. ун-ту: Наук. та наук.- вироб. зб. — Одеса: ОНПУ, 2014. — Вип.1 (43). — С.60-68.

ВЛИЯНИЕ ЧИСЛА РЕЖУЩИХ ВЫСТУПОВ НА ПРЕРЫВИСТОМ ШЛИФОВАЛЬНОМ КРУГЕ НА ПАРАМЕТРИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ УПРУГОЙ СИСТЕМЫ СТАНКА И НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Якимов А.А., Уминский С.М., Дмитриева С.Ю.

Ключевые слова: упругая система шлифовального станка, параметрический резонанс, количество прорезей, абразивный инструмент, параметрическая устойчивость.

Резюме

Приведены результаты исследований, направленных на выявление условий возникновения в упругой системе шлифовального станка параметрического резонанса при обработке абразивными кругами, имеющими прерывистую рабочую поверхность.

INFLUENCE OF CUTTING SPURS NUMBER ON NONCONTINUOUS ABRASIVE DISK ON PARAMETRIC STABILITY OF ELASTIC SYSTEM OF INDUSTRIAL MASHINE AND ON MACHINED SURFACE ROUGHNESS

Yakimov O.O., Umyskyi S.M., Dmytriieva S.J.

Key words: elastic system of the grinding machine, parametric resonance, the number of slots, abrasive tools, parametric stability.

Summary

The results of studies aimed at identifying the occurrence of conditions in the elastic system of the grinding machine of parametric resonance while processing with abrasive disks whiel have noncontinuous work surface.