

МАШИНОЗНАВСТВО

УДК 621.914

Н.О. Балицька, ст. викл.

Житомирський державний технологічний університет

ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ДИСКОВИХ ПИЛ, ВІДРІЗНИХ ТА ПРОРІЗНИХ ФРЕЗ

(Представлено д.т.н., проф. Равською М.С.)

В статті розглянуто основні причини виходу з ладу дискових пил, відрізних та прорізних фрез різних типорозмірів. Досліджено вплив динамічних характеристик пил та фрез на їх працездатність.

Вступ. Відрізнi, прорізнi фрези та пили знайшли широке застосування як у заготовельному, так і в основному виробництві. Процес відрізання пилами та фрезами характеризується важкими умовами експлуатації інструменту і високим рівнем вібрацій, що спричинені відносно низькою жорсткістю технологічної системи, переривчастим характером процесу різання, недостатньо задовільною формою стружкових канавок, наявністю двох допоміжних різальних кромки з несприятливою геометрією при досить короткій головній різальній кромці. Як показує досвід основною причиною виходу з ладу дискових пил та фрез є поломка зубців та руйнування диска, що обумовлено особливостями їх навантаження та динамічного стану.

Викладення основного матеріалу. У роботах [1–3, 5] розглянуто питання оцінки динамічного стану дискових пил як з рівномірним, так і нерівномірним кроком зубців. Також як інтегрований показник оцінки динамічного стану дискових пил запропоновано використовувати критерій їх динамічної сталості при кінематичному збудженні в процесі відрізання (1).

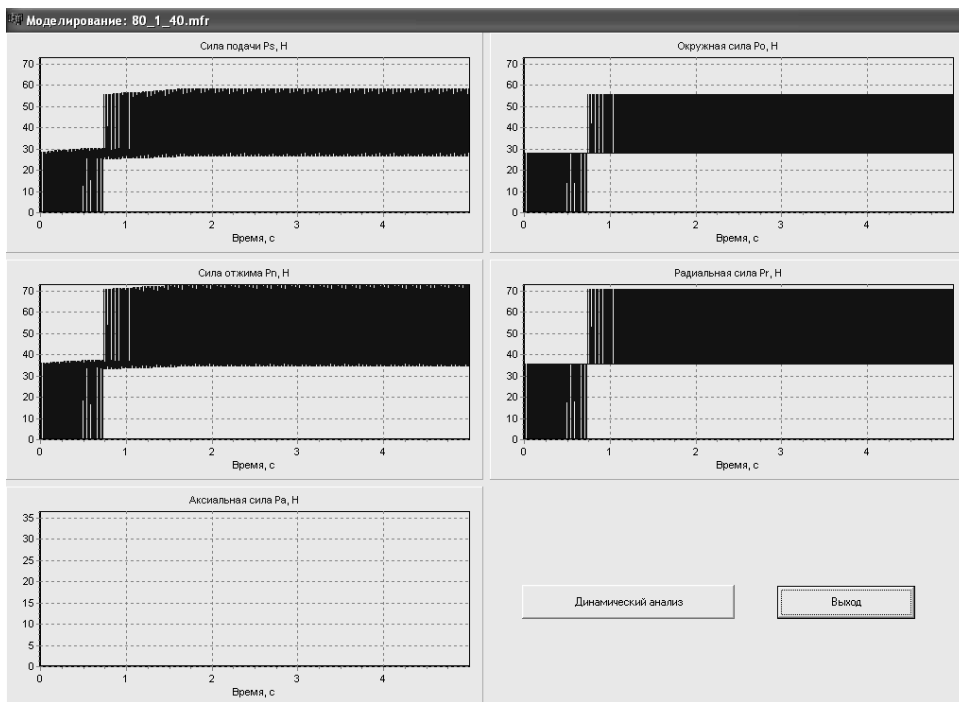
$$Cr = \frac{A_{ij} \cdot \alpha_k^2}{\lambda_j^2 - \alpha_k^2}, \quad (1)$$

де A_{ij} – амплітуда k -ої гармоніки збурювальної сили; α_k – її кругова частота; λ_j – власна кругова частота.

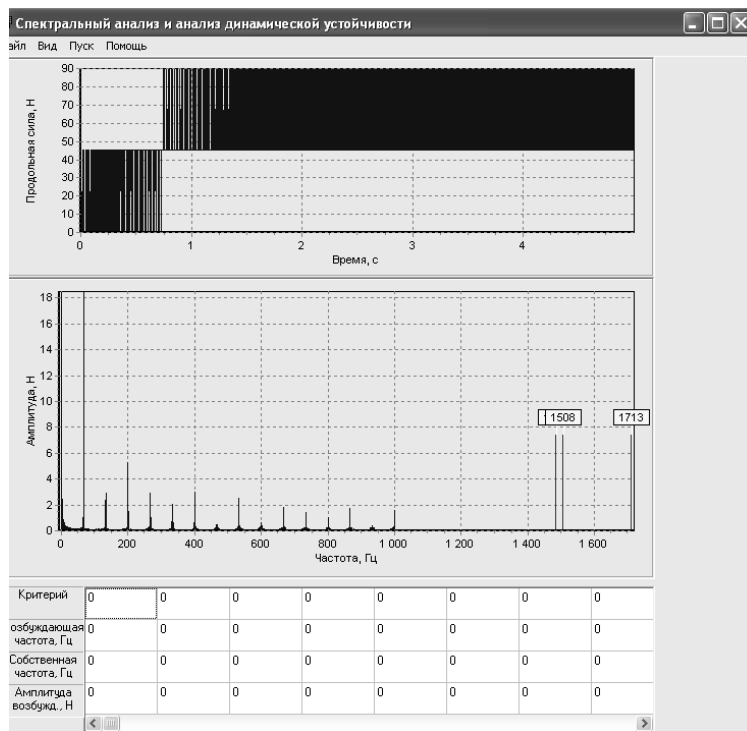
Оскільки конструкції суцільних дискових пил та відрізних фрез практично ідентичні, вони відрізняються головним чином тільки розмірами, кінематика обробки цими інструментами також однакова, то можна для оцінки динамічного стану відрізних та прорізних фрез використати критерій їх динамічної сталості при кінематичному збудженні коливальних. У роботі [4] уточнено метод розрахунку критерію динамічної сталості відрізних фрез будь-якої конструкції на основі визначення вздовж різальної кромки значення кінематичної збуджуючої сили згинальних коливальних диска фрези, які виникають у процесі різання. У цій же роботі створено математичну модель кінематичного збудження дискової відрізної фрези та загальну імітаційну модель процесу відрізання фрезами. Проте необхідно зазначити, що у всіх згаданих роботах досліджувалися дискові пили та фрези діаметрами 200 мм та більше. Об'єктом дослідження автора є відрізнi та прорізнi фрези в діапазоні діаметрів до 100 мм.

За допомогою пакета прикладних програм [4], аналізу динамічного стану, процесу відрізання фрезами було визначено миттєві значення складових сил різання, спектри збуджуючої сили, амплітуди вимушених коливальних, критерії динамічної сталості для відрізних та прорізних фрез діаметрами 63, 80 та 100 мм товщиною 0,5...5,0 мм з різною кількістю зубців при різних схемах установки заготовки у вигляді пластини відносно інструменту (рис. 1, 2). В результаті комп'ютерного моделювання процесу відрізання фрезами було встановлено, що для зазначених діаметрів фрез товщиною 1,0 мм і більше, критерій динамічного стану рівний нулю, оскільки їх власні частоти лежать в області високих частот і значно перевищують частоти основних гармонік збуджуючих коливальних (рис. 1). При цьому такі конструктивні параметри фрези? як кількість зубців та допоміжний кут у плані, а також схема та режими обробки практично не впливають на результат розрахунку. Отже для даних типорозмірів фрез динамічна сталість не є обмежуючим фактором при оцінці їх працездатності, оскільки їх конструкція є більш жорсткою.

З метою перевірки даного твердження було проведено експеримент, який показав, що при відрізання фрезами діаметром 80 мм товщиною 1,0 та 1,2 мм з середнім зубом інструмент в переважній більшості виходив з ладу внаслідок руйнування диска не пропрацювавши всього періоду стійкості (табл. 1).

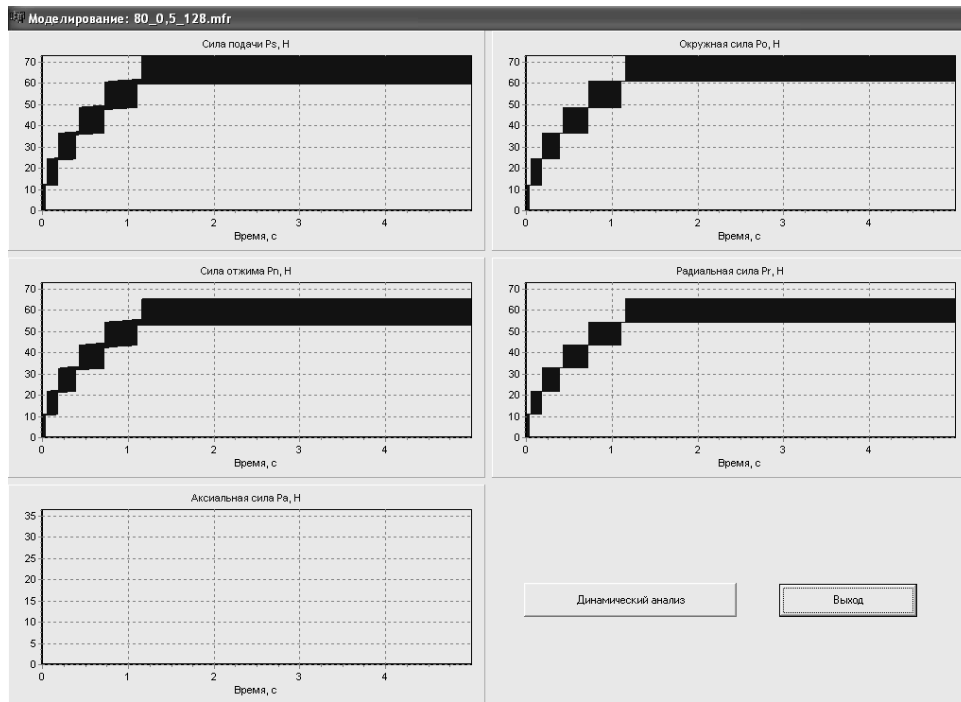


a)

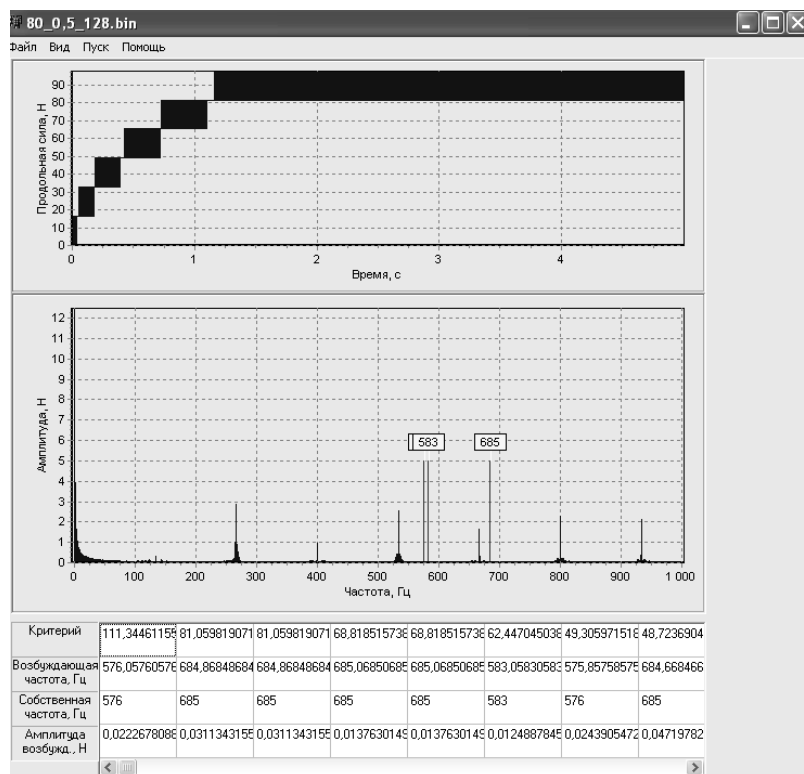


b)

Рис. 1. Часові реалізації (а) та спектр (б) збуджуючої сили при відрізанні (діаметр фрези $D = 80$ мм, товщина $B = 1,0$ мм, кількість зубців $z = 40$, режимі різання: $S_z = 0,0025$ мм, $n = 100$ хв.⁻¹)



a)



b)

Рис. 2. Часові реалізації (а) та спектр (б) збуджуючої сили при відрізанні (діаметр фрези $D = 80$ мм, товщина $B = 0,5$ мм, кількість зубців $z = 128$, режими різання: $S_z = 0,001$ мм, $n = 100$ хв.⁻¹)

Враховуючи важкі умови роботи відрізними та прорізними фрезами режими обробки обиралися як мінімальні для методів випробувань відповідно до ГОСТу 2679-93 [6].

Таблиця 1

Режими різання при обробці відрізними фрезами

Розмір фрези	Режим різання при випробовуванні фрез				Середній період стійкості згідно з ГОСТом 2679-93, хв.	Сумарна довжина фрезерування, мм
	згідно з ГОСТом 2679-93		фактичні			
	S_z	v , м/хв.	S_z	v , м/хв.		
D = 80 мм, B = 1,0 мм, z = 48	0,003...0,01	40–65	0,0025	40 50	70	250
D = 80 мм, B = 1,2 мм, z = 64			0,0027 0,005	40		

В експерименті брали участь по 5 фрез кожного типорозміру (табл. 1) без шпонкових пазів, інструментальний матеріал – Р6М5, оброблюваний матеріал – пластина із сталі 45. У результаті експерименту було встановлено, що 6 з 10 фрез діаметром 80 мм товщиною 1,0 та 1,2 мм з кількістю зубців 48 та 64 вийшли з ладу не пропрацювавши до середнього періоду стійкості внаслідок поломки диска або поломки зубців. Таким чином, постає задача визначення причин виходу з ладу відрізними та прорізними фрезами діаметрами до 100 мм товщиною 1 мм і більше. Для вирішення цього завдання планується майбутніми дослідженнями оцінити напружено-деформований стан у зоні стружкоутворення, оскільки поломка фрез може відбуватися внаслідок перевищення допустимих напружень, в результаті коливань сили різання.

Висновки. Встановлено, що уточнений критерій динамічної сталості відрізної фрези здатний виконувати функцію інтегрованого показника якості процесу відрізання дисковими пилами, а також відрізними та прорізними фрезами всіх типорозмірів за виключенням фрез діаметрами до 100 мм товщиною 1,0 мм і більше. В результаті теоретичних і експериментальних досліджень встановлено, що власні частоти таких фрез лежать в області високих частот і значно перевищують частоти основних гармонік збуджуваних коливань. Отже для зазначених типорозмірів фрез динамічна сталість не є обмежуючим фактором при оцінці їх працездатності, оскільки їх конструкція є більш жорсткою. В зв'язку із невизначеністю причин поломки фрез, зазначених розмірів постає завдання дослідження їх напружено-деформованого стану в зоні стружкоутворення.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Бабенко А.Е.* Полуаналитический метод определения собственных форм и собственных частот круглой кольцевой пластинки / *А.Е. Бабенко, Н.С. Равская, О.А. Боронко* // Вестник НТУУ “КПИ”. Машиностроение. – 2004. – № 45. – С. 11–12.
2. *Боронко О.О.* Метод розрахунку вібраційних процесів машинобудівних конструкцій : дис. ... докт. тех. наук : 05.02.09 / *О.О. Боронко*. – К., 2003. – 267 с.
3. *Лорох Р.* Повышение работоспособности дисковых пил при отрезке круглых заготовок : дис. ... канд. техн. наук : 05.03.01 / *Лорох Роланд*. – К., 1998. – 231 с.
4. *Панчук В.Г.* Теоретичні основи проектування відрізними фрезами : дис. ... докт. тех. наук : 05.03.01 / *В.Г. Панчук*. – К., 2009. – 360 с.
5. *Дисковые пилы с неравномерным шагом* : монографія / *П.Р. Родин, Н.С. Равская, А.Е. Бабенко, О.А. Боронко*. – К. : НТУУ “КПИ”, 2008. – 216 с.
6. *Фрезы прорезные и отрезные. Технические условия* : ГОСТ 2679-93. – [Введ. 01.07.97]. – К. : Госстандарт Украины, 1996.

БАЛИЦЬКА Наталія Олександрівна – старший викладач кафедри технології машинобудування та конструювання технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- теорія проектування дискових фрез;
- процеси фрезерування;
- підвищення працездатності різальних інструментів.

Подано 09.12.2011

