

Машинознавство

УДК 621.914

Н.О. Балицька, ст. викл.
Житомирський державний технологічний університет

ВИДИ ВІДМОВ ПРОРІЗНИХ ФРЕЗ ТА ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЇХ ВИНИКНЕННЯ

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

Визначено найбільш характерні види відмов прорізних фрез. За впливом на ресурс роботи фрез виділені дві основні групи руйнувань, що пов'язані з якістю виготовлення і підготовкою інструмента до роботи, а також з режимами обробки. Встановлено характерні види відмов фрез різної товщини.

Ключові слова: прорізні фрези, відрізні фрези, відмови відрізних фрез, надійність, стійкість.

Вступ. Процес фрезерування пазів здійснюється в умовах невідного різання, характеризується переривчастим характером обробки та низькою жорсткістю технологічної оброблюючої системи.

ГОСТ 2679-93 «Фрезы прорезные и отрезные» [1] передбачає два основні показники надійності: середній період стійкості та 95 %-й період стійкості. Перший показник являє собою середнє напрацювання до відмови, другий – відсоткове напрацювання до відмови. Під відмовою в обох випадках розуміється затуплення різальних кромek так, що параметри точності і якості обробки виходять за межі допустимих значень. Критерієм затуплення є допустимий знос по задній поверхні зубців фрез, величина якого визначається діаметром фрези.

Досвід експлуатації прорізних фрез свідчить про те, що затуплення різальних кромek не є основною причиною втрати їх працездатності. Численими спостереженнями встановлено, що різного роду руйнування суттєво (на 30–40 %) знижують ресурс роботи інструмента. Це призводить до зростання витрат на інструмент, що, в свою чергу, підвищує собівартість продукції. Таким чином постає завдання визначення основних видів відмов прорізних фрез і факторів, які впливають на їх виникнення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питанням підвищення ефективності процесу відрізання дисковими фрезами (пилами) шляхом удосконалення їх конструкції присвячено роботи [2–9]. Авторами запропонована зміна схеми різання за рахунок виготовлення фрез з різнонаправленими зубцями, з ламаною різальною кромкою, з канавками змінної глибини тощо.

Тонкий диск фрези характеризується низькою поперечною жорсткістю. Навантаження, які виникають в процесі роботи фрези, викликають її поперечні коливання. Тому для дискових фрез питання динаміки в аналізі кінематики процесу обробки є досить важливими. Питання оцінки динамічної сталості дискових фрез розглянуті в роботах [10–12]. При цьому доведено, що інтегрованим показником для оцінки працездатності дискових відрізних фрез може слугувати критерій їх динамічної сталості при кінематичному збудженні в процесі відрізання:

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

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

Динамічну сталість процесу фрезерування запропоновано підвищувати шляхом розробки геометрії різальної частини, яка забезпечить зменшення динамічних навантажень при різанні, та створення конструкцій дискових фрез з нерівномірним кроком зубців [5–8]. В [12] розроблена загальна теорія проектування відрізних дискових фрез з врахуванням конструкції їх різальної частини та умов експлуатації.

Слід зазначити, що наведені роботи орієнтовані на процес відрізання пилами (дисковими фрезами великих діаметрів). При цьому питання обробки вузьких пазів фрезами малих діаметрів (до 100 мм) та проблеми їх працездатності потребують подальшого дослідження.

Метою роботи є визначення основних видів відмов прорізних фрез та факторів, що впливають на їх виникнення.

Викладення основного матеріалу. Одним з найважливіших завдань сучасного машинобудування є підвищення продуктивності обробки за рахунок покращення експлуатаційних властивостей різального інструменту та оптимального вибору режимів різання. Практика експлуатації прорізних фрез показує, що аварійні витрати інструмента та брак продукції переважно обумовлені їх недостатньою працездатністю.

Найбільш характерними видами руйнувань є: руйнування вершинної частини зуба (рис. 1, а), обрив зубців по основі (рис. 1, б), утворення тріщин (рис. 1, в), повне руйнування диску фрези (рис. 1, г).

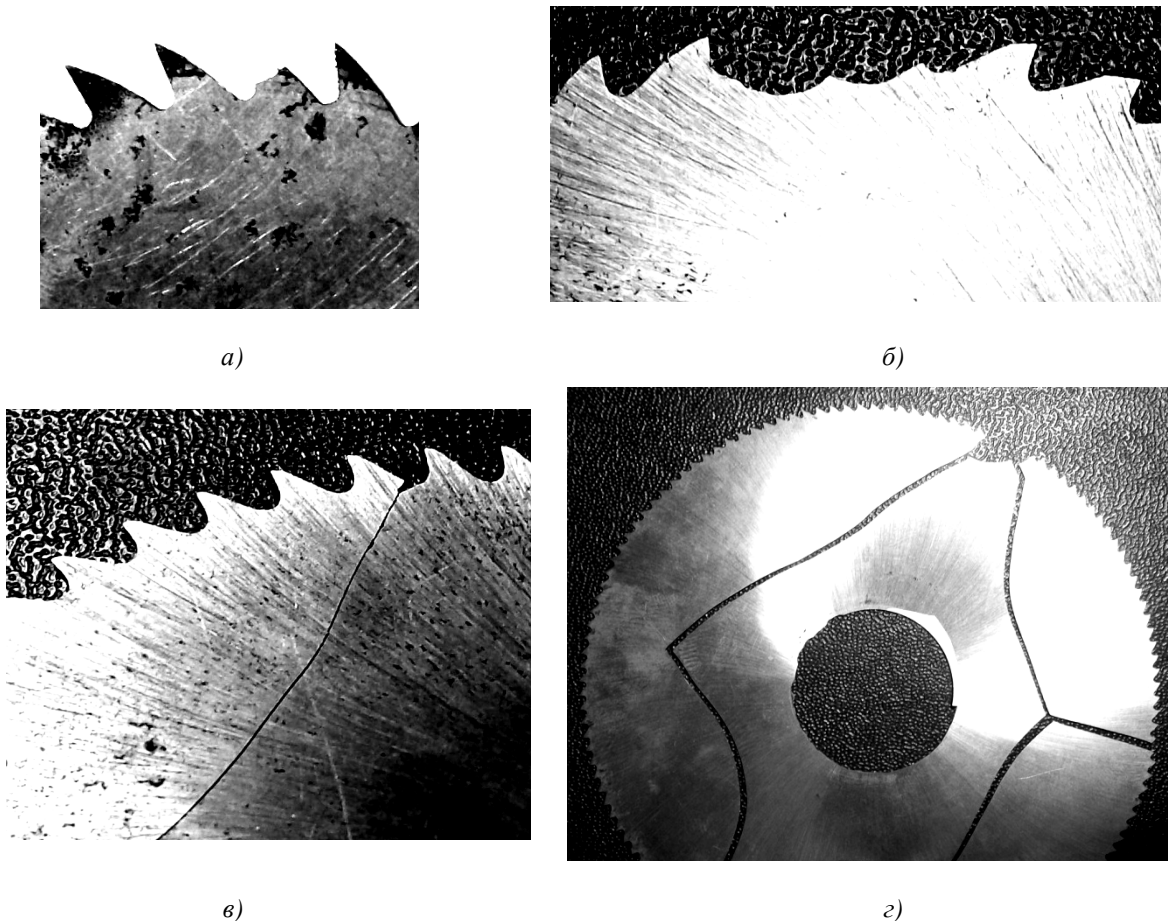


Рис. 1. Основні види руйнувань прорізних фрез: а) руйнування вершинної частини зуба; б) обрив зубців по основі; в) утворення тріщин; г) повне руйнування диску фрези

За значенням впливу на ресурс роботи зазначені руйнування можуть бути поділені на дві групи. Першу складають пошкодження, які можуть бути усунені шляхом переточування зубців або збільшенням товщини сточування (руйнування вершинної частини зуба та обрив зубців по основі). Хоча ці пошкодження різко знижують ресурс роботи фрези, найчастіше вони не вимагають виводу її із експлуатації. Такі відмови найбільш характерні для достатньо жорстких прорізних фрез із співвідношенням діаметра фрези до її товщини $D/B < 80$. Крім того, ці пошкодження пов'язані переважно з дією непланових навантажень, обумовлених потраплянням чужорідних тіл в зону різання. Очевидно, що вплив пошкоджень цієї групи на довговічність фрези може бути суттєво ослаблений підвищенням культури виробництва.

За своїм впливом на ресурс роботи фрези друга група відмов, яку складають тріщини в полотні і повне його руйнування, виявляється найбільш значимою. Це пояснюється тим, що фреза за наявності тріщин виводиться з експлуатації. Такі руйнування характерні для тонких прорізних фрез, що пов'язано з особливостями їх навантаження та динамічного стану [12].

Аналіз працездатності фрез вказує на те, що їх витрати, обумовлені різного роду руйнуваннями, в ряді випадків значно перевищують витрати, обумовлені затупленням різальних кромки. Із наведеного слідує, що оцінка працездатності фрез лише за умовою затуплення не є виправданою. Практикою встановлено, що по мірі збільшення періоду стійкості зростає і кількість руйнувань. Це свідчить не тільки про зростання навантажень викликаних затупленням, але і про наявність шару, в якому відбувається накопичення і розвиток пошкоджень.

Зазначені відмови є наслідком широкого комплексу причин, що мають тісні взаємозв'язки. Серед них можна виділити дві основні групи. Першу групу складають фактори, пов'язані з виготовленням і підготовкою інструмента до роботи. Другу групу складають фактори, безпосередньо пов'язані з процесом фрезерування.

Найбільш суттєвими факторами першої групи є: якість формування лінійних та кутових параметрів зубців фрез, шорсткість поверхонь заточки, точність виготовлення (радіальне та торцеве биття), формування початкового напруженого стану диску фрези, точність та жорсткість технологічної оброблюючої системи, якість інструментального матеріалу. Певною мірою вони мають суб'єктивний характер, а їх вплив може бути значно знижений підвищенням культури виробництва на всіх етапах виготовлення інструменту.

Друга група причин визначається режимами обробки. Їх аналіз являє собою основу вибору оптимальних режимних параметрів, що задовольняють вимоги точності та якості фрезерування, продуктивності та надійності інструменту.

До факторів, що найбільше впливають на фрезу, належать сили опору різанню. Температурний фактор та відцентрові сили мають другорядне значення, оскільки прорізні фрези працюють з відносно невеликими швидкостями різання (до 60 м/хв.). Інші фактори, що визначають працездатність фрези (стійкість, коливання), є наслідком зовнішніх впливів і початкового стану диску.

Визначенню сил різання присвячені численні роботи. Встановлено, що найбільш суттєвими чинниками, які визначають силові показники процесу фрезерування, є товщина зрізуваної стружки та кількість зубців, що беруть участь у різанні. Причому товщина стружки при фрезеруванні пазів – величина змінна і залежить від кутового положення зуба фрези на дузі контакту. Вплив швидкості різання, геометричних параметрів зубців, ступеня затуплення, фізико-механічних властивостей інструментального та оброблюваного матеріалів, виду і розташування різальних кромки та інших факторів досліджені в роботах [13, 14].

Висновки. Визначено найбільш характерні види відмов прорізних фрез. За їх впливом на ресурс роботи фрези виділено дві групи руйнувань. Першу групу складають пошкодження вершинної частини зуба та обрив зубців, які можуть бути усунені шляхом переточування зубців або збільшення товщини сточування. Ці пошкодження найчастіше не вимагають виводу фрези із експлуатації, пов'язані переважно з дією непланових навантажень, їх вплив на довговічність фрези може бути суттєво ослаблений підвищенням культури виробництва. Такі відмови найбільш характерні для достатньо жорстких прорізних фрез з співвідношенням діаметра фрези до її товщини $D/B < 80$.

Другу групу складають тріщини в полотні і повне його руйнування. Такі руйнування вимагають виводу інструменту з експлуатації, вони характерні для тонких прорізних фрез, що пов'язано з особливостями їх навантаження та динамічного стану.

Зазначені відмови є наслідком широкого комплексу причин, що мають тісні взаємозв'язки. Серед них можна виділити дві основні групи факторів: пов'язані з виготовленням і підготовкою інструмента до роботи та пов'язані з процесом. Вплив чинників першої групи може бути значно зменшений покращенням культури виробництва на всіх стадіях виготовлення інструменту. Друга група причин визначається режимами обробки.

Таким чином, постає завдання подальшого дослідження працездатності прорізних фрез.

Список використаної літератури:

1. Фрезы прорезные и отрезные. Технические условия : ГОСТ 2679-93. – Введ. 01.07.97. – К. : Госстандарт Украины, 1996.
2. А. с. 1209382 СССР, МКИ³ В 23 С 5/08. Фреза отрезная / *А.В. Жаринов, В.И. Баранчиков, Л.С. Батманов, П.Д. Сысов, В.И. Титов* (СССР). – № 3720113/25-08 ; заявл. 05.04.84 ; опубл. 07.02.86, Бюл. № 5.
3. А. с. 1701438 А1 СССР, МКИ³ В 23 С 5/08. Прорезная или отрезная дисковая фреза / *В.А. Райхельсон* (СССР). – № 4761349/08 ; заявл. 21.11.89 ; опубл. 30.12.91, Бюл. № 48.
4. *Лорох Р.* Повышение работоспособности дисковых пил при отрезке круглых заготовок : дис. ... канд. техн. наук : 05.03.01 / *Лорох Роланд*. – К., 1998. – 231 с.

5. Пат. 28445 Україна, МПК⁶ В 23 С 5/08 Фреза відрізна / *Н.С. Равська, Р.П. Родін, Л.І. Ковальова, В.С. Карпович, О.О. Хмельов* (UA), *Р.Лорох* (DE). – № 97020864 ; заявл. 27.02.1997 ; опубл. 16.10.2000, Бюл. № 5.
6. Пат. 28451 Україна, МПК⁶ В 23 С 5/08 Фреза відрізна / *Н.С. Равська, Р.П. Родін, Л.І. Ковальова, В.С. Карпович, О.О. Хмельов* (UA), *Р.Лорох* (DE) ; заяв. і власник патенту Нац. техн. унів. України «КПІ». – № 97031010 ; заявл. 06.03.1997 ; опубл. 16.10.2000, Бюл. № 5.
7. Пат. 55717 Україна, МПК⁷ В 23 С 5/08 Фреза відрізна / *Н.С. Равська, Р.П. Родін, Б.В. Лупкін, В.Ю. Петренко* ; заяв. і власник патенту Нац. техн. унів. України «КПІ». – № 2002054191 ; заявл. 22.05.2002 ; опубл. 15.04.2003, Бюл. № 4.
8. Пат. 62099 Україна, МПК⁷ В 23 С 5/08 Фреза відрізна / *Б.В. Лупкін, О.В. Мамлюк, Н.С. Равська, Р.П. Родін* ; заяв. і власник патенту Київський авіаційний технікум. – № 2002118707 ; заявл. 01.11.2002 ; опубл. 15.12.2003, Бюл. № 12.
9. Пат. №2041029 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 С 5/08. Прорезная или отрезная дисковая фреза / *В.А. Райхельсон* (RU). – № 93011261/08 ; заявл. 02.03.93 ; опубл. 09.08.95, Бюл. № 22.
10. Дисковые пилы с неравномерным шагом : монографія / *П.Р. Родін, Н.С. Равская, А.Е. Бабенко, О.А. Боронко*. – К. : НТУУ «КПІ», 2008. – 216 с.
11. *Семенов А.В.* Разработка дисковых пил с неравномерным шагом : дис. ... канд. техн. наук : 05.03.01 / *Семенов А.В.* – К., 1998. – 194 с.
12. *Панчук В.Г.* Теоретичні основи проектування відрізнних фрез : дис. ... докт. тех. наук : 05.03.01 / *В.Г. Панчук*. – К., 2009. – 360 с.
13. *Васин С.А.* Резание материалов : Термомеханический подход к системе взаимосвязей при резании : учебник / *С.А. Васин, А.С. Верещака, В.С. Кушнер*. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 448 с.
14. *Розенберг Ю.А.* Резание материалов : учебник / *Ю.А. Розенберг*. – Курган : Изд-во «Полиграфический комбинат» Зауралье, 2007. – 294 с.

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.

Стаття надійшла до редакції 21.11.2013