

ВІДРІЗНІ ФРЕЗИ З КОМПЕНСАЦІЙНИМИ ОТВОРАМИ ПІДВИЩЕНОЇ ДИНАМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ

Виробнича практика вказує на недостатню працездатність тонких відрізних фрез, про яку свідчить значний відсоток повної відмови в результаті руйнування їх диска. Це призводить до зростання витрат на інструмент та відсотку браку продукції, що, в свою чергу, підвищує її собівартість. Наукові напрацювання та практичний досвід щодо недостатньої працездатності дискових фрез ґрунтуються переважно на дослідженні та аналізі динамічних характеристик процесу оброблення. З огляду на особливості роботи відрізних фрез, а саме низьку швидкість різання, малі товщини зрізу, зазвичай коротку дугу контакту тощо, як основний навантажувальний фактор доцільно розглядати силу різання.

У результаті торцевого биття та перекосу фрези на оправці має місце зміщення та поворот її бічних поверхонь відносно серединної площини. Кінематичним збудженням згинних коливань є періодична взаємодія фрези та заготовки під час оброблення, яка полягає в періодичному згинанні фрези в процесі обертання.

В якості критерію динамічної стійкості дискових відрізних фрез використовується коефіцієнт наростання амплітуди вимушених коливань фрези:

$$B_{ij} = \frac{C_j p_j^2}{\omega_i^2 - p_j^2}, \quad (1)$$

де C_j – амплітуда j -ї гармоніки збуджуючої сили,

p_j – її кругова частота,

ω_i – власні кругові частоти дискової фрези.

Тобто, чим менше значення C_j^{max} тим більш динамічно стійкою буде фреза при певних умовах оброблення.

Проблема підвищення динамічної стійкості фрез в процесі різання може бути вирішена наступними шляхами: впливом на частоту вимушених коливань і впливом на частоту власних коливань фрези. Перший шлях передбачає призначення раціональних значень режимів різання окремо для фрези кожного типорозміру, що вимагає значних витрат часу, і в ряді випадків зумовлює зменшення продуктивності оброблення. Другий же шлях може сприяти підвищенню динамічної стійкості відрізних фрез певного типорозміру у всьому діапазоні режимів різання.

Оскільки при співпадінні власної частоти фрези та частоти збуджуючої сили динамічна стійкість фрез різко зменшується за рахунок наростання амплітуди вимушених коливань, то одним з методів впливу на неї є зміна власної частоти фрези. Це може бути здійснене за рахунок виготовлення конструктивних елементів, які забезпечать зростання частот власних коливань фрез (вище 250 Гц). Тому із відомих конструктивних рішень, що можуть бути застосовані для дискових фрез великих діаметрів, були обрані компенсаційні отвори.

Задача визначення частот власних коливань відрізних фрез з компенсаційними отворами різної конструкції вирішувалася за допомогою програми SolidWorks Simulation, що ґрунтується на методі скінченних елементів.

При розгляді коливань фрези необхідно врахувати вплив тих форм коливань і частот, які погіршують процес різання. Процес різання погіршується при контакті бічної поверхні фрези з поверхнею різа. Попередніми роботами встановлено, що найбільш небезпечними є перші три форми власних коливань, оскільки максимальні амплітуди коливань на зовнішньому ободі досягаються саме на них. Таким чином при аналізі процесу коливань відрізних фрез доцільно обмежитися врахуванням власних частот цих перших трьох форм коливань.

В результаті комп'ютерного моделювання процесу відрізання досліджено вплив конструктивних параметрів компенсаційних отворів диску відрізних фрез на частоту їх власних коливань. Визначення частот небезпечних форм власних коливань відрізних фрез стандартної конструкції та з компенсаційними отворами було здійснене для фрез діаметром $D = 250$ мм, товщиною $B = 2,5$ мм, з кількістю зубців $z = 80$. Методом перебору визначено, що найбільше значення частот власних коливань (252, 252 та 254 Гц) досягається для фрези з 20-ма круглими отворами діаметром 16 мм кожний (рис. 1, б), в той час як власні частоти для фрези стандартної конструкції (рис. 1, а) складають 205, 205 та 213 Гц відповідно.

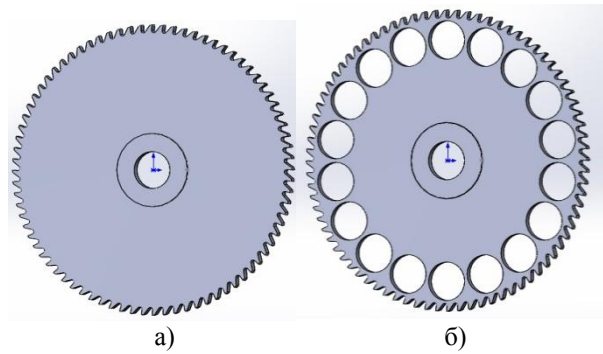
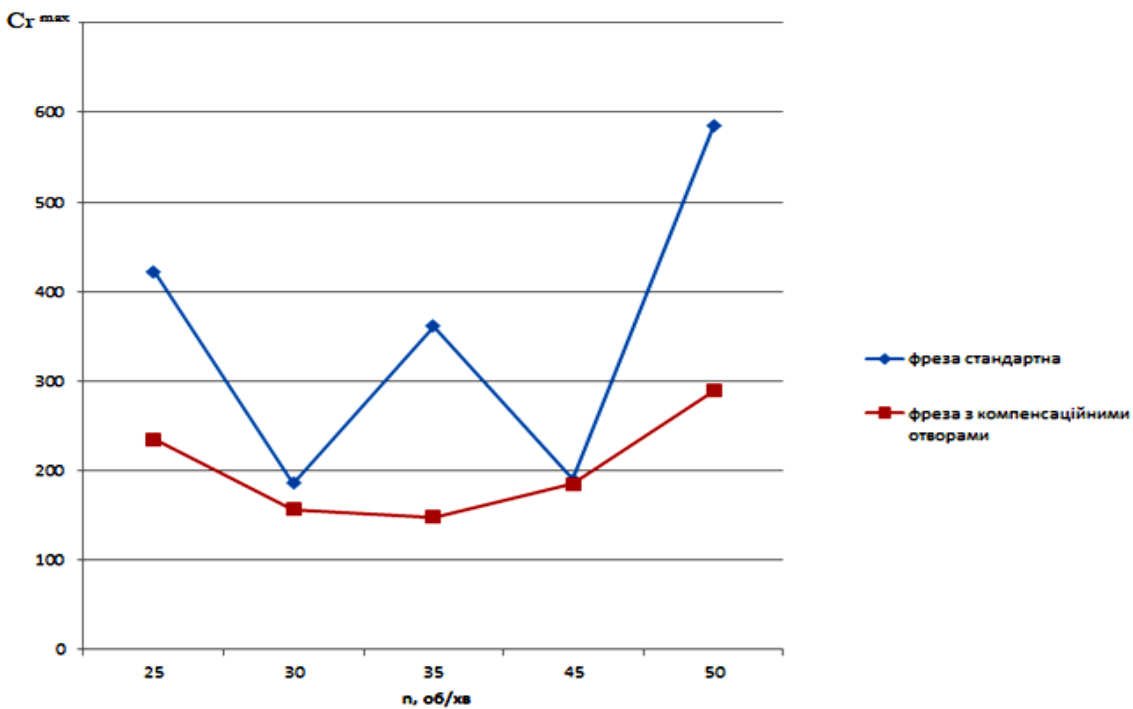


Рис. 1. Відрізна фреза:
 а) стандартної конструкції, б) з компенсаційними отворами запропонованої конструкції

За допомогою пакету прикладних програм імітаційної моделі процесу оброблення дисковими фрезами встановлено, що фрези з компенсаційними отворами характеризуються кращими динамічними характеристиками, порівняно із фрезами стандартної конструкції. Це підтверджується зменшенням критерію динамічної стійкості для процесу обробки фрезами запропонованої конструкції порівняно із стандартними фрезами.

На рис. 2 показаний вплив частоти обертання на динамічну стійкість відрізних фрез. В результаті комп'ютерного моделювання також встановлено, що фреза з компенсаційними отворами має вищу динамічну стійкість практично у всьому діапазоні досліджуваних режимів різання.

Рис. 2. Вплив частоти обертання на динамічну стійкість відрізних фрез



Дане дослідження потребує подальшого розвитку в напрямку забезпечення міцності диска відрізних фрез з компенсаційними отворами і буде продовжене в наступних роботах.