

ВПЛИВ КУТА НАХИЛУ ПОВЕРХНІ ЗАГОТОВКИ НА ДИНАМІЧНУ СТАЛІСТЬ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ СФЕРИЧНИМИ КІНЦЕВИМИ ФРЕЗАМИ

Вібрації при різанні мають однозначно негативний вплив на кінцеву якість обробленої поверхні та стійкість різального інструменту, а також на продуктивність обробки. Тому запобігання їхньому виникненню є однією з нагальних задач технології обробки різанням. Зокрема, прогнозування умов сталого різання сферичними кінцевими фрезами просторово-складних поверхонь є також актуальним питанням.

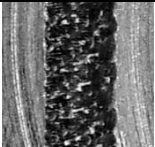
Діаграми сталості, які використовуються при аналізі динамічної сталості процесу різання, являють собою графіки в декартовій системі координат, в яких на осі абсцис розташовуються значення швидкості обертання шпинделя, а на осі ординат – значення глибини різання. Крива графіку зображає граничні умови сталого процесу різання, при яких не розвиватимуться автоколивання динамічної системи. Нижче кривій знаходяться умови сталого різання, а вище, відповідно, несталого.

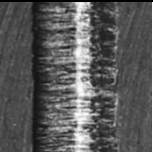
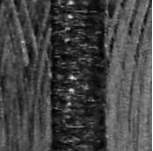
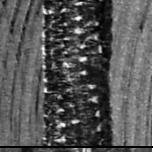
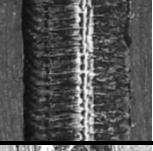
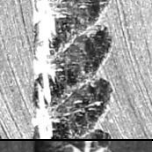

При обробці сферичними кінцевими фрезами нахилених поверхонь виникає достатньо складна геометрія шару, що зрізується. Сили, що призводять до виникнення коливань фрези, доцільно аналізувати не в напрямку нормалі до поверхні заготовки, а по нормалі безпосередньо до шару, що зрізується. Такий підхід виявляється виправданим при порівнянні висхідного фрезерування (позитивне значення кута упередження φ) та низхідного фрезерування (негативне значення кута упередження φ) нахиленої поверхні. Вектори нормалі до поверхні заготовки в обох випадках співпадають, проте принципово відрізняються напрямки векторів нормалей до шару, що зрізується. Вектори сили різання також мають різні напрямки і різні за модулем складові. Це підтверджується експериментальними дослідженнями.

Проаналізуємо висхідне фрезерування нахиленої поверхні. Априорі процес фрезерування поверхні з меншим значенням кута нахилу має залишатись сталим при більших значеннях радіальної глибини різання за умови незмінності інших параметрів (швидкості обертання фрези). Таке припущення зроблене з двох причин. По-перше, радіальна складова сили різання буде меншою при менших кутах φ . По-друге, кут контакту фрези та заготовки буде більшим також при менших кутах φ , що означатиме меншу переривчастість процесу різання [1].

Експериментальне та аналітичне підтвердження даного припущення наведено в статтях [2, 3]. В таблиці 1 наведено фотознімки поверхонь, оброблених в рамках експерименту, описаного в [3]. Як видно з таблиці, обробка проводилася зі швидкостями обертання фрези $n=4800$ об/хв.; $n=5000$ об/хв.; $n=5600$ об/хв. Діаметр фрези d складав 20 мм, виліт $l = 200$ мм, що дорівнює $l=10d$. Обробка двох заготовок з кутами нахилу, відповідно, $\varphi = 45^\circ$ та $\varphi = 30^\circ$, проводилася з радіальними глибинами різання, визначеними з побудованих діаграм сталості. Як видно з фотознімків оброблених заготовок, процес різання з кутом $\varphi = 45^\circ$ є гранично сталим при радіальній глибині різання $a_p = 0,10$ мм та несталим при радіальній глибині різання $a_p = 0,15$ мм для $n=5000$ об/хв. В той самий час, процес різання з кутом $\varphi = 30^\circ$ залишається сталим при радіальній глибині різання $a_p = 0,25$ мм та, як показали експерименти, втрачає сталість лише при $a_p = 0,30$ мм.

Таблиця 1

Швидкість обертання фрези, об/хв	Кут нахилу заготовки	Радіальна глибина різання, мм	Висновок про сталість процесу різання	Кут контакту фрези та заготовки	Фотознімок обробленої поверхні
4800	45°	0,15	Несталий	28°	

Швидкість обертання фрези, об/хв	Кут нахилу заготовки	Радіальна глибина різання, мм	Висновок про сталість процесу різання	Кут контакту фрези та заготовки	Фотознімок обробленої поверхні
	30°		Сталий	39°	
5000	45°	0,10	Гранично сталий	22°	
	45°	0,15	Несталий	28°	
	30°	0,25	Сталий	49°	
5600	45°	0,15	Несталий	28°	
	30°		Несталий	39°	

Висновок. Таким чином, за результатами проведених експериментів можна зробити висновок про те, що процес висхідного фрезерування поверхні з меншим значенням кута її нахилу залишається сталим при більших значеннях радіальної глибини різання.

Список посилань

1. Штегін О. О. Визначення кутів врізання та виходу при обробці похилих поверхонь сферичними кінцевими фрезами // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки. – 2014. – № 3(70). – с. 62-67.
2. Штегін О. О. Метод побудови діаграм сталості при фрезеруванні похилих поверхонь сферичними кінцевими фрезами. Частина 1. Вихідні дані / О.О.Штегін // Журнал інженерних наук. - Том 1, №2. - 2014. - с. А25-А31
3. Штегін О. О. Метод побудови діаграм сталості при фрезеруванні похилих поверхонь сферичними кінцевими фрезами. Частина 2. Побудова діаграм / О.О.Штегін // Журнал інженерних наук. - Том 1, №3. - 2014. – в друці