УДК 621.914.22

С.Нагорняк, докт. техн. наук; К.Зеленський, канд. техн. наук; В.Козак
Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ТОРЦЕВІ ФРЕЗИ З РЕГУЛЬОВАНИМ ЧАСОМ ХОЛОСТИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ РІЗЦІВ

Запропоновано нові прогресивні конструкції збірних торцевих фрез з пружно-демпфувальними елементами, що забезпечують зменшення кількості різальних зубів фрез за рахунок скорочення часу холостих переміщень різців при заданій продуктивності обробки.

Одним із шляхів підвищення ефективності роботи збірних торцевих фрез (ЗТФ), крім запровадження у їх конструкцію пружно-демпфувальних елементів, є можливість зменшення кількості різальних зубів фрези за рахунок зменшення часу холостих переміщень різців у процесі обробки при збереженні заданої продуктивності. Скорочення часу холостих переміщень різців ЗТФ дозволяє зменшити динаміку теплових навантажень на різальний край і відповідно підвищити стійкість різців.

Проаналізовано існуючі конструкції ЗТФ [1,2], що забезпечують можливість кутових переміщень різців та зменшення рівня динамічних навантажень у процесі обробки деталі. Недолік даних конструкцій ЗТФ - значний час холостих переміщень різців фрези у процесі обробки внаслідок обмеженого простору вільних кутових переміщень секторних державок відносно корпусу фрези. Ці фрези стали прототипом нових прогресивних конструкцій ЗТФ, які забезпечують скорочення часу холостих переміщень різців при заданій продуктивності обробки.

Особливістю конструкції першої фрези [3] (планетарного типу) виточка в корпусі фрези, в якій з можливістю колових переміщень розташовані підпружинені і обмежені упорами сектори, які оснащені пальцями, що вільно входять в осьові отвори сателітів, які постійно перебувають в зачепленні із привідною шестернею, жорстко з'єднаною з корпусом фрези, періодично, з зубцевим сектором встановленим нерухомо зі сторони подачі деталі і оснащеним демпфером зі сторони входу сателітів в зачеплення, причому в наскрізних радіусних пазах секторів розташовані сектори-державки з різцями і пружно-демпфуючі елементи.

Торцева фреза планетарного типу (рис.1) працює так: при обертанні шпинделя верстата з оправкою 1, корпусом 2, привідною шестернею 3 і сектором 4, сателіти 8 входять в зачеплення з зубцевим сектором 5 і виконують планетарний рух навколо осі фрези з кутовою швидкістю $\omega_c = \dfrac{V_p}{R_{фр}}$, а корпус фрези обертається навколо своєї осі з кутовою швидкістю $\omega = \omega_c \cdot u = \omega_c\left(1+\dfrac{Z_3}{Z_1}\right) = \dfrac{V_p}{R_{фр}}\left(1+\dfrac{D_3}{D_1}\right)$,

де u – передаткове відношення планетарного механізму, Z_3, Z_1, D_3, D_1 – число зубів і ділильні діаметри відповідно зубцевого сектора 5 і привідної шестерні 3, V_p – задана швидкість різання, $R_{фр}$ – радіус фрези.

При взаємодії різців 7 з оброблюваною деталлю 12 шириною B (із заданою швидкістю різання V_p) крутовий момент передається від привідної шестерні 3 через сателіти 8 (з ділильним діаметром D_2) і палець 9 на сектори 4 і далі через депфувальні елементи 10 на сектори-державки 11 з різцями. При цьому пружина 6 деформується. В момент врізування різців у оброблювальну деталь (момент входу сателітів у зачеплення з зубцевим сектором) енергія удару частково приглушується пружно-демпфувальними елементами 10.

Після виходу сателітів 8 із зачеплення із зубцевим сектором 5 пружини 6 розпростовуються, а сектори виконують зворотній планетарний рух навколо осі фрези з $\omega_c > \omega$ доти, поки не зустрінуться з упорами 13, після чого $\omega_c = \omega$. Оснащення

зубцевого сектора 5 демпфером 14 забезпечує зменшення енергії удару зубів сателітів у зубцевий сектор.

Зменшення часу холостих переміщень різців фрези у процесі обробки забезпечується умовою $\omega_c > \omega$ після виходу різців із оброблюваної деталі, а сателітів з зачеплення з зубцевим сектором (на всьому проміжку обробки $\omega = const$, на етапі взаємодії із оброблюваною деталлю $\omega_c < \omega$ в $u = \left(1 + \frac{Z_3}{Z_1}\right)$ разів) .

Друга конструкція збірної торцевої фрези (інерційного типу) відрізняється тим, що у виточці корпусу фрези з можливістю колових переміщень розташовані жорстко зв'язані з кінцями пружно-демпфувального елемента сектори-державки з різцями масою $m_{сд}$ і рухомі упори-фіксатори масою $m_{уф}$, причому на циліндричних поверхнях виточки виконані упорні пази, у зачеплені з якими періодично перебувають підпружинені стопорні зубці, розташовані на упорах-фіксаторах, і виконується умова $m_{сд} >> m_{уф}$.

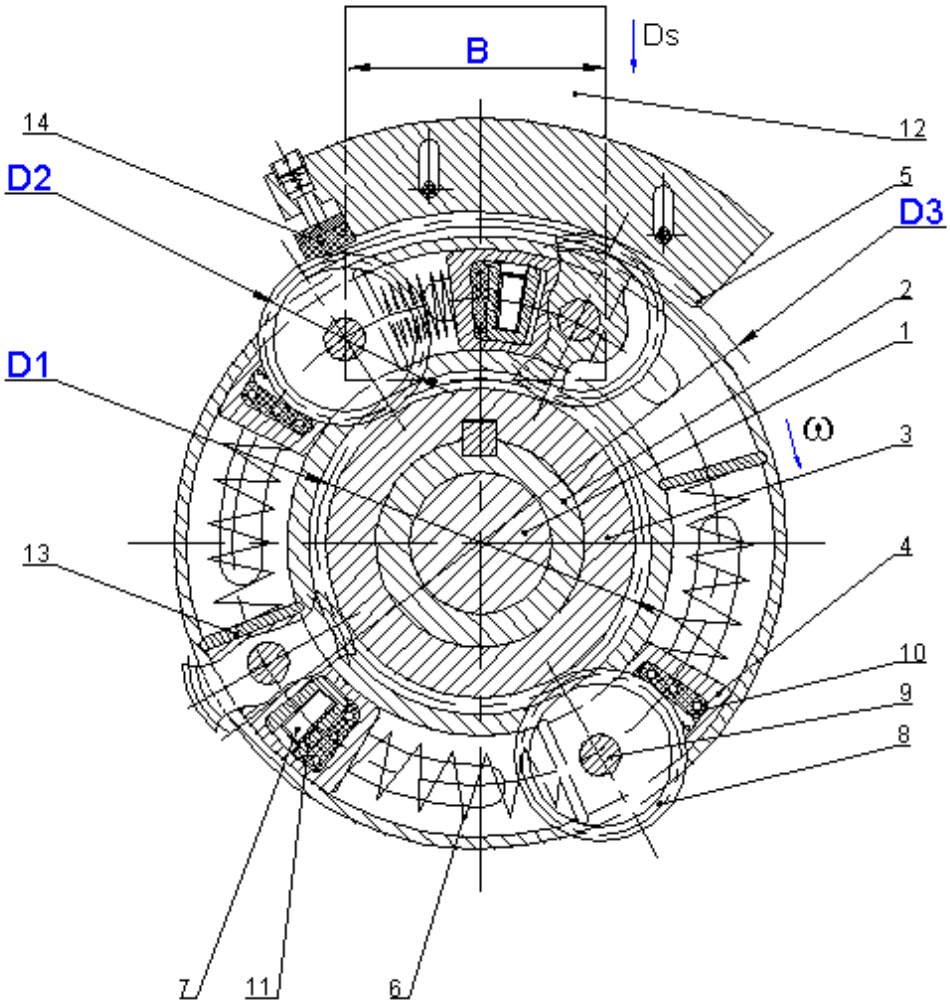

Рис.1. ЗТФ планетарного типу.

Торцева фреза інерційного типу (рис.2) працює так. При обертанні шпинделя верстата разом з оправкою 2, корпусом фрези 3, що фіксується гвинтом 1, і взаємодії різців з деталлю, що обробляється, крутовий момент передається через корпус фрези 3, упори-фіксатори 4 з стопорними зубцями 5, пружно-демпфувальний елемент 6 на сектори-державки 7 з різцями 8. При врізуванні різців у оброблювану деталь, кутова швидкість ω_p відстає від кутової швидкості обертання шпинделя $\omega_ш$ $(\omega_p < \omega_ш)$ внаслідок

деформації пружно-демпфувального елемента 6, що зменшує рівень динамічних навантажень, які передаються через корпус фрези на шпиндель фрезерного верстата. Після виходу різця із зони різання оброблюваної деталі, пружно-демпфувальний елемент розпростовується, збільшуючи кутову швидкість сектора-державки з різцем відносно кутової швидкості шпинделя $(\omega_p < \omega_ш)$. Внаслідок дії інерційних сил виконання умови $m_{сд} >> m_{уф}$ пружно-демфувальний елемент розтягується, захоплює за собою упор-фіксатор у напрямку обертання корпусу фрези до виходу його в зачеплення з наступними упорними пазами 9, 10 і т.д.

Таким чином, у процесі обробки на ділянці холостого ходу різця упори-фіксатори, пружні елементи та сектори-державки з різцями прискорено рухаються коловим рухом за напрямком обертання фрези, що дозволяє зменшити час холостих переміщень різців у процесі обробки.

Економічна ефективність від використання запропонованих конструкцій збірних торцевих фрез полягає у зменшенні кількості різальних елементів при забезпеченні заданої продуктивності обробки, а також зменшенні динаміки ударних і теплових навантажень на різальні краї зубів фрез, (за рахунок зменшення часу холостих переміщень різців), що дозволяє підвищити їх стійкість у процесі обробки.

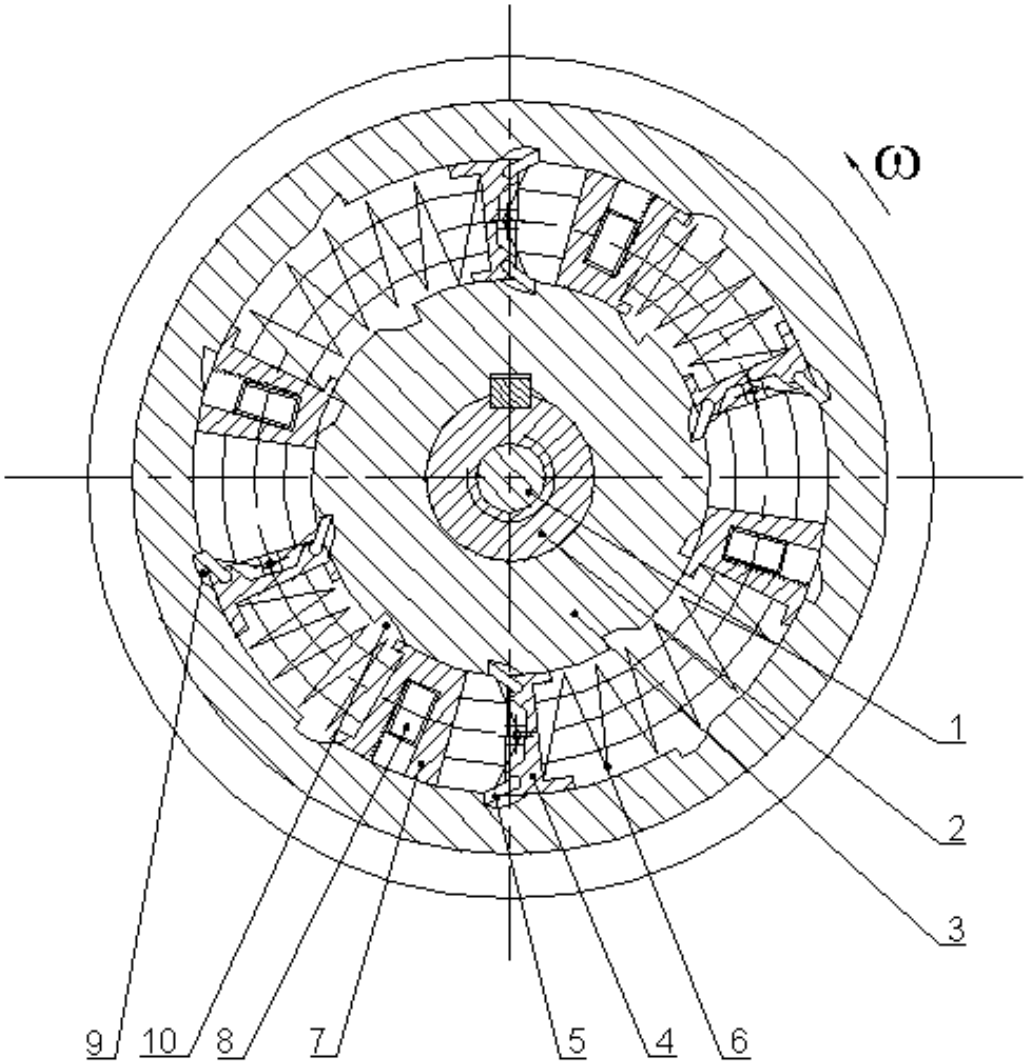

Рис.2. ЗТФ інерційного типу

Two prefabricated elements of milling cutters with springy parts that provide economy of cutter idling during mechanical treatment have been suggested.

Література

1. А.с. 1703295 СССР, МКИ В23С 5/06. Сборная торцевая фреза. Нагорняк С.Г., Зеленський К.В. – Опубл. Б.И.- 1992.-№1.
2. А.с. 1750859 СССР, МКИ В23С 5/06. Сборная торцевая фреза. Нагорняк С.Г., Зеленський К.В. – Опубл. Б.И.- 1992.-№28.
3. Патент України на винахід №18023. 5/06. Збірна торцева фреза. Нагорняк С.Г., Зеленський К.В., Козак В.І. - Бюл. Промислова власність.- 1997.-№5.

Одержано 23.09.1999 р.