

Л.Є. Глембоцька, к.т.н.
Н.О. Балицька, к.т.н., доц.
П.П. Мельничук, д.т.н., проф.
О.Л. Мельник, к.т.н., доц.
Г.М. Виговський, к.т.н., доц.

Державний університет «Житомирська політехніка»

Системно-структурний підхід до удосконалення конструкцій різальних інструментів

Проведено системний аналіз, який полягає в дослідженні різального інструмента, його елементів та взаємозв'язків між ними. Здійснено поелементний аналіз умов роботи торцевих фрез, де такі складові, як корпусна частина, хвостова частина, різальні ножі та їх розташування, розглядаються як одна система. Зокрема, надсистемою є технологічна система (верстат, пристосування, заготовка, інструмент), на яку впливають різні чинники – активні, проміжні діючі, реактивні та похідні. Для проведення аналізу було обрано стандартні торцеві фрези з круглими пластинами, які знаходять широке застосування в обробці різанням. Визначено та проаналізовано вплив окремо кожного елемента стандартної торцевої фрези на виникнення несприятливих умов різання. На основі цього аналізу запропоновано структурне удосконалення конструкцій торцевих фрез, в результаті якого було розроблено концепції щодо розробки нових конструкцій фрез з круглими пластинами за такими напрямками: підвищення стійкості інструмента, точності та продуктивності обробки, покращення якості поверхневого шару обробленої поверхні деталі. Структурний підхід складається з напрямів структурного удосконалення та основних елементів цих напрямів, із запропонованих доцільних змін технічних характеристик та їх теоретичного обґрунтування, з розробки технічних рішень та їх реалізації, можливих геометричних параметрів торцевих фрез. У результаті системно-структурного підходу до удосконалення конструкцій торцевих фрез розроблено декілька варіантів конструкцій для важкооброблюваних матеріалів.

Ключові слова: системний аналіз; торцева фреза; структурний підхід; конструкції фрез.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими практичними завданнями. Удосконалення конструкцій різальних інструментів (РІ) є важливим процесом у розвитку сучасного машинобудування та покращенні якісних і кількісних експлуатаційних характеристик продукції. Процес удосконалення враховує в себе такі етапи: аналіз вимог до інструменту (дослідження оброблюваних матеріалів, визначення потреб у точності, швидкості та ефективності різання), розробку конструкції інструменту, виготовлення прототипу та дослідження інструменту. Основними напрямками удосконалення є підвищення стійкості РІ, точності та продуктивності обробки, покращення якості поверхневого шару, що особливо важливо під час обробки важкооброблюваних матеріалів. Для цього необхідно використовувати нові інструментальні матеріали, що мають високу міцність та зносостійкість, новітні технології обробки матеріалів, удосконалені конструкції різальних інструментів. Тому авторами пропонується застосовувати системно-структурований підхід до удосконалення конструкцій різальних інструментів, що є актуальним важливим завданням.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Під час обробки плоских поверхонь деталей торцевим фрезеруванням все більш широке застосування мають торцеві фрези з механічним кріпленням змінних багатогранних пластин (ISO 6462:2011 «Фрези торцеві з механічним кріпленням змінних багатогранних пластин»), що мають як переваги, так і недоліки. Тому і виникає необхідність у системно-структурному підході до удосконалення конструкцій торцевих фрез, що особливо важливо для обробки важкооброблюваних матеріалів, що супроводжується інтенсивним зношуванням різальних кромek ножів інструмента. Існує багато наукових досліджень процесу торцевого фрезерування, присвячених питанню підвищення ефективності обробки, якості поверхневого шару обробленої поверхні, продуктивності обробки тощо шляхом проектування торцевих фрез для різних умов обробки [1–3]. Автори в роботах [4, 5] шляхом математичного та імітаційного моделювання спрогнозували топографію обробленої поверхні, яка утворюється при торцевому фрезеруванні, визначили оптимальні режими різання та геометрію ножа торцевої фрези. Метод фрактального аналізу розглянуто в [6] для опису площі мікрорельєфу при торцевому фрезеруванні. Значна частина досліджень присвячена якості та точності оброблених поверхонь торцевим фрезеруванням [7–9]. У [10, 14] автори дослідили методами математичного та імітаційного моделювання з подальшою експериментальною перевіркою вплив

елементів зрізу за різних режимів різання на силові параметри процесу фрезерування важкооброблюваних матеріалів. Переважна більшість конструкцій торцевих фрез, які застосовуються в промисловості, реалізують генераторну схему різання. Разом з тим, науковці доводять ефективність застосування торцевих фрез зі ступінчастою схемою різання, які призначаються як для чорнової обробки, так і чистової обробки плоских поверхонь важкооброблюваних матеріалів [10–13]. Позитивний вплив на якість поверхневого шару обробленої поверхні та стійкість досліджено в роботах [10, 12–13] застосуванням торцевої фрези з циліндричною передньою поверхнею ножів. Ряд робіт присвячено проектуванню та вдосконаленню корпусів та хвостовиків торцевих фрез [8, 10, 15, 16], що забезпечують стабільність процесу обробки, високу жорсткість та точність закріплення фрези в шпинделі верстата.

На сьогоднішній день відома значна кількість різноманітних досліджень процесу торцевого фрезерування, що мають обмежену область застосування отриманих результатів, тому є необхідність у системно-структурному підході [18–19] до удосконалення конструкцій торцевих фрез для обробки важкооброблюваних матеріалів.

Метою статті є розробка удосконалених конструкцій торцевої фрези (ТФ) з круглими пластинами на основі системно-структурного підходу за напрямками: підвищення стійкості ТФ, точності та продуктивності обробки, покращення якості поверхневого шару обробленої поверхні.

Викладення основного матеріалу. Системно-структурний підхід полягає в дослідженні будь-якого об'єкта як цілісної множини елементів у сукупності відношень і зв'язків між ними. Об'єкт, наприклад, торцева фреза, розглядається як система з елементами: корпусна частина, хвостовик, різальні елементи, розташування та кріплення їх в корпусі тощо. Верстат, пристосування, інструмент та заготовка – це надсистема технологічної системи. Моменти діючих сил та кутові швидкості, що приведені від двигуна до зони різання, зарахуємо до активних чинників під час фрезерування. Сили різання, що виникають у процесі обробки, моменти інерції шпинделя верстата та корпусу інструменту при обертанні, а також сили інерції при зміщенні та згинанні оправки фрези – проміжні силові чинники надсистеми. Зміщення та деформування торцевої фрези, ножів, заготовки – реактивні чинники надсистеми. Процеси, які відбуваються безпосередньо в зоні різання, як наслідок дій попередніх чинників – похідні чинники. На рисунку 1 представлено взаємодію функціональних зв'язків при торцевому фрезеруванні.



Рис. 1. Взаємодія функціональних зв'язків при фрезеруванні

При торцевому фрезеруванні виникає багато негативних явищ (табл. 1), які призводять до зниження стійкості торцевих фрез, продуктивності і точності обробки, та погіршення якості обробленої поверхні. Тому важливо і актуально виконати системний аналіз роботи та конструкцій на прикладі стандартних торцевих фрез згідно з ISO 6462:2011 «Фрези торцеві з механічним кріпленням змінних багатограних пластин».

Таблиця 1

Системний аналіз роботи та конструкцій стандартних торцевих фрез

Елементи системи	Недоліки	Наслідки
1	2	3
Різальна частина	Вершинна форма лез ножів фрези	Інтенсивне зношування на приробному етапі
	Биття різальних кромки ножів	Недостатня кількість активних різальних ножів. Посилення нерівномірності процесу різання. Погіршення якості обробленої поверхні, зниження продуктивності обробки та стійкості фрези
	Розташування ножів за генераторною схемою різання	Биття різальних кромки
	Ортогональне невірне різання	Розширення краю стружки та часткове її налипання на гребінці мікронерівностей обробленої деталі
	Недостатня загальна кількість різальних елементів, ще менша кількість ножів, що дійсно виконують функцію різання	Інтенсивне зношування на приробному етапі, низька продуктивність обробки та невисока якість обробленої поверхні
Корпусна частина	При кріпленні ножів на корпусі фрези не створюється попереднє напруження у напрямку головної складової сили різання	Немає жорсткого з'єднання з корпусом, пластинка зміщується, внаслідок чого вона викривується, та призводить до погіршення якості обробленої поверхні

1	2	3
Базова і кріпильна частина	Розміри базової торцевої поверхні значно менші за робочий діаметр фрези (насадна фреза)	Погіршується точність базування фрези, що викликає биття різальних кромок
	Радіальна база фрези має значний діаметр	Збільшення радіального биття ножів
	Похибки закріплення виникають внаслідок непаралельності протилежних базової і кріпильної поверхонь ТФ та оправки та/або неперпендикулярності осі нарізи і робочого торця гайки	Створюється різна жорсткість затиску фрези по контуру на шпинделі, що сприяє збудженню коливаль (особливо шкідливо на приробному етапі зношування ножів фрези)

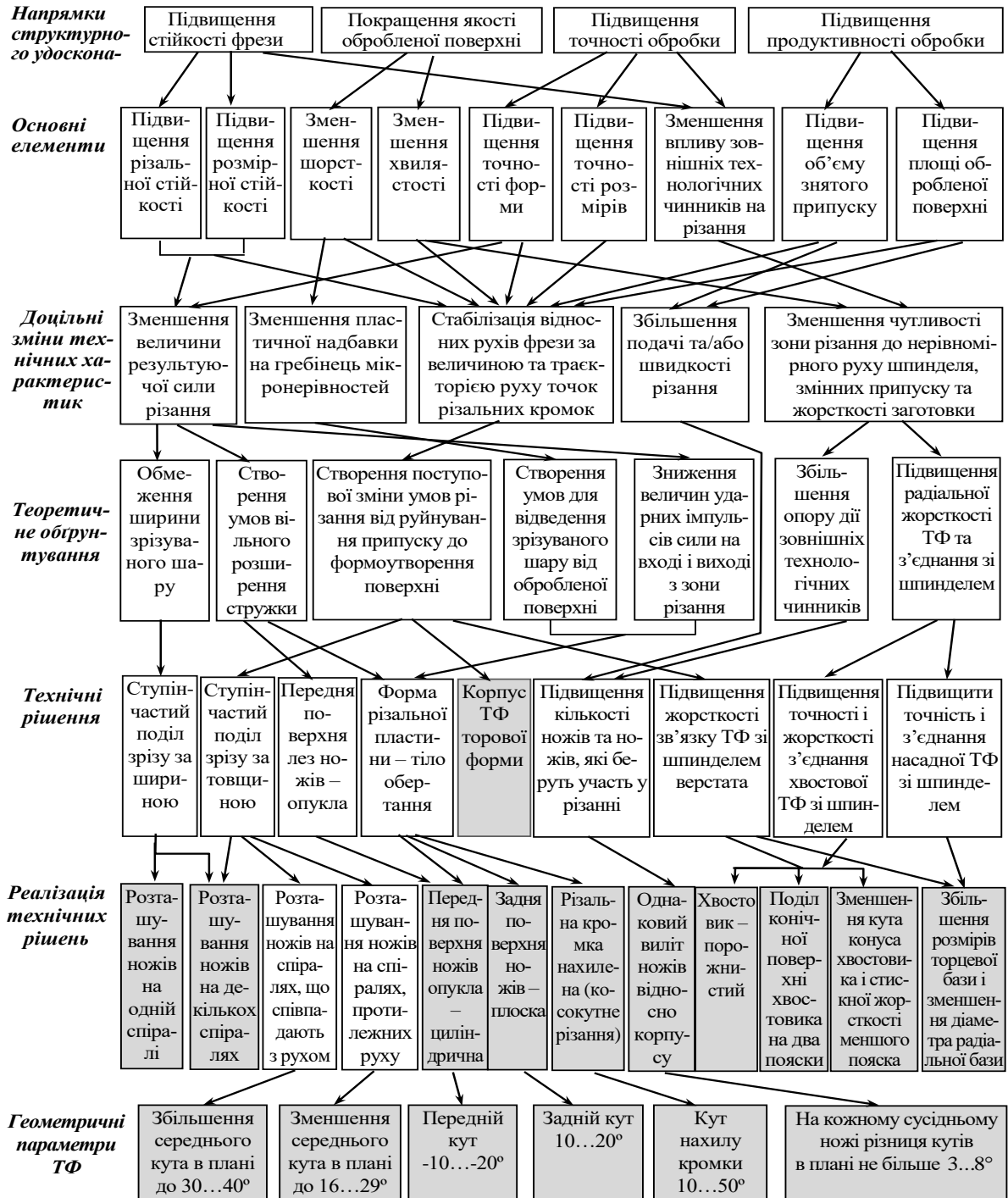


Рис. 2. Структурне удосконалення конструкцій торцевих фрез

На основі системного аналізу (табл. 1) пропонується структурне удосконалення, теоретичне обґрунтування та технічні рішення, що пов'язані з удосконаленням конструкцій торцевих фрез, а саме за рахунок вибору форми, геометрії, кількості різальних ножів, типу та схем різання, форми корпусу, хвостовика (рис. 2) за різними напрямками: підвищення стійкості фрези, точності та продуктивності обробки, покращення якості обробленої поверхні.

Таблиця 2

Варіанти конструкцій удосконалених торцевих фрез

Тип фрези та її номінальний діаметр	ТФ насадна, регульована багатоспіральна	ТФ насадна, односпіральна	ТФ насадна, регульована багатоспіральна	ТФ з хвостовиком регульована багатоспіральна	ТФ з хвостовиком, чотириспіральна	ТФ з хвостовиком, чотири-спіральна
Діаметр фрези, мм	250			160		
Оброблюваний матеріал	Титанові сплави	Високоміцні сталі			Загартвані сталі	
Глибина різання, мм	8–10	14	6–8	6–8	2,4	2,4
Матеріал корпусу та хвостовика	Сталь 40X					Сплав АЛ34
Різальний елемент, d × h, мм	Круглий ніж ВК-8				Кругла пластина гексанітова 10Д, 5,56 × 3, 97	
	11 × 10	16 × 15	11 × 10	11 × 10		
Базування різальних елементів в корпусі ТФ	Циліндричний отвір та торець регулюючого гвинта					
Величина вильоту ножів, мм	3	5	3	2,5	1,5	1,5
Закріплення різальних елементів на корпусі	Клиновим елементом з гвинтом	Пружним клиновим елементом з гвинтом	Клиновим елементом з гвинтом			
Задній кут, град.	12...16				16...20	
Кількість ножів	20	18		12	24	
Корпус	Торовий з пазами	Торовий з похилими отворами	Торовий з пазами		Торовий з похилими отворами	
Базування корпусу ТФ	По торцю шпинделя та базовому стрижню	По циліндричній поверхні шпиндельного отвору та збільшеному торцевому пояску		По порожнистому хвостовику		

Таким чином, на основі системно-структурного підходу були запропоновані варіанти удосконалених конструкцій торцевих фрез (табл. 2). Конструкція однієї з наведених торцевих фрез, а саме ТФ з хвостовиком регульована багатоспіральна, яка призначена для обробки високоміцних сталей з розташуванням циліндричних ножів на торовому корпусі за 3 спіралями Ферма, з хвостовиком, що характеризується підвищеною жорсткістю з'єднання зі шпинделем верстата, представлена в роботах [8, 10, 12, 13, 17]. Окремі елементи системи розроблених конструктивних рішень вже досліджувалися, наприклад, використання ступінчастих схем різання [10, 13] та порожнистих хвостовиків [8, 16].

Перевагою запропонованих варіантів конструкцій є комплексне застосування нових технічних рішень, які ґрунтуються на системно-структурному підході, що забезпечить підвищення ефективності торцевого фрезерування плоских поверхонь деталей з важкооброблюваних матеріалів.

Висновки та перспективи подальших досліджень. У статті проведено системний аналіз роботи та конструкцій стандартних торцевих фрез за елементами: корпус, хвостовик, ножі, розташування ножів на корпусі тощо, на які впливають різні чинники надсистеми технологічної системи. За результатами цього аналізу запропоновано структурне удосконалення конструкцій фрез за такими напрямками: підвищення стійкості фрези, точності та продуктивності обробки, покращення якості обробленої поверхні. Системно-структурний підхід до удосконалення конструкцій торцевих фрез є основою розробки декількох варіантів конструктивних рішень фрез з круглими пластинками.

Список використаної літератури:

1. *Виговський Г.М.* Особливості конструювання фрез для високошвидкісної обробки / *Г.М. Виговський* // Вісник ЖДТУ. Сер. : Технічні науки. – 2012. – № 4 (63). – С. 12–22.
2. *Настасенко В.О.* Нові різальні інструменти з механічним кріпленням багатограних непереточуваних пластин бокової схеми різання / *В.О. Настасенко* // Підйомно-транспортна техніка. – 2015. – № 4. – С. 37–46.
3. Підвищення ефективності обробки плоских поверхонь торцевим фрезеруванням: монографія / *П.П. Мельничук, Г.М. Виговський, О.А. Громовий та ін.* – Житомир : ЖДТУ, 2017. – 277 с.
4. *Denkena B.* Optimization of complex cutting tools using a multi-dexel based material removal simulation / *B. Denkena, T. Grove, O. Pape* // Procedia CIRP. – 2019. – Vol. 82. – P. 379–382.
5. *Arizmendi M.* Modelling and analysis of surface topography generated in face milling operations / *M. Arizmendi, A. Jiménez* // International Journal of Mechanical Sciences. – 2019. – Vol. 163. – P. 105061.
6. *Moskvin P.* Special features in the application of fractal analysis for examining the surface microrelief formed at face milling / *P. Moskvin, N. Balytska, P. Melnychuk and other* // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 2, № 1 (86). – P. 9–15.
7. *Pimenov D.Y.* Experimental research of face mill wear effect to flat surface roughness / *D. Yu. Pimenov* // Journal of Friction and Wear. – 2014. – № 35 (3). – P. 250–254.
8. *Vyhovskyi H.* Engineering Methodology for Determining Elastic Displacements of the Joint «Spindle Assembly-Face Milling Cutter» While Machining Planes / *H. Vyhovskyi, M. Plysak, N. Balytska and other* // Advanced Manufacturing Processes II. InterPartner 2020. Lecture Notes in Mechanical Engineering. – Cham : Springer, 2021. – P. 258–268.
9. *Gong F.* Fatigue failure of coated carbide tool and its influence on cutting performance in face milling SKD11 hardened steel / *F. Gong, J. Zhao, Y. Jiang and other* // International Journal of Refractory Metals and Hard Materials. – 2017. – № 64. – P. 27–34.
10. *Hlembotska L.* Modelling the loading of the nose-free cutting edges of face mill with a spiral-stepped arrangement of inserts / *L. Hlembotska, P. Melnychuk, N. Balytska, O. Melnyk* // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2018. – Vol. 1, № 1 (91). – P. 46–54.
11. *Громовий О.А.* Шляхи удосконалення процесу обробки плоских поверхонь деталей фрезеруванням / *О.А. Громовий, Г.М. Виговський, Н.О. Балицька* // Технічна інженерія. – 2020. – № 2 (86). – С. 48–53.
12. *Hlembotska L.* Computer modelling power load of face mills with cylindrical rake face of inserts in machining difficult-to-cut materials / *L. Hlembotska, N. Balytska, P. Melnychuk, O. Melnyk* // Scientific Journal of TNTU. – 2019. – Vol. 93, № 1. – P. 70–80.
13. *Глембоцька Л.Є.* Схеми різання при обробці торцевими фрезами плоских поверхонь деталей з важкооброблюваних матеріалів / *Л.Є. Глембоцька, П.П. Мельничук* // Вісник ЖДТУ. Сер. : Технічні науки. – 2006. – № 3 (38). – С. 3–10.
14. *Andersson C.* Experimental studies of cutting force variation in face milling / *C. Andersson, M. Andersson, J. Ståhl* // International Journal of Machine Tools and Manufacture. – 2011. – № 51 (1). – P. 67–76.
15. *Veño J.* Operation Safety and Performance of Milling Cutters with Shank Style Holders of Tool Inserts / *J. Veño, I. Maňková, M. Vrabel and other* // Procedia Engineering. – 2012. – Vol. 48. – P. 15–23.
16. Пат. №148547 Україна, МПК В23С 5/26 (2006.01). Конічний хвостовик інструмента / *Балицька Н.О., Бацман О.А., Бондарчук В.М., Виговський Г.М., Глембоцька Л.Є., Гуменюк О.М., Мельник О.Л., Мельничук П.П., Полонський Л.Г., Сомов Д.О.* – № U 2021 02025 ; заявл. 19.04.2021 ; опубл. 19.08.2021, Бюл. № 33.
17. Пат. №78120 Україна, МПК(2007) В23С5/02, В23С5/16. Різальний інструмент / *Глембоцька Л.Є.* – № а 200504170 ; заявл. 29.04.2005 ; надр. 15.02.2007, Бюл. № 2.
18. *Ковальчук С.С.* Системний підхід до використання спеціалізованих баз знань як засобу комплексної структуризації простору рішень технологічних задач / *С.С. Ковальчук, О.В. Мазурець* // Актуальні проблеми комп'ютерних технологій АПКН-2009 : збірник наукових праць за матеріалами III-ої всеукраїнської науково-технічної конференції. – Хмельницький : ХНУ, 2009. – С. 62–68.
19. *Добротворський С.С.* Комп'ютерне проектування та моделювання технологічних процесів високошвидкісного фрезерування загартованих сталей / *С.С. Добротворський, Є.В. Басова, Л.Г. Добровольська* // Вісник національного університету «Львівська політехніка». – 2015. – № 822. – С. 1–6.

References:

1. Vyhovskyi, H.M. (2012), «Osoblyvosti konstruiuvannya frez dlia vysokoshvydkisnoi obrobky», *Visnyk ZhDTU. Ser. Tekhnichni nauky*, № 4 (63), pp. 12–22.

2. Nastasenکو, V.O. (2015), «Novi rizalni instrumenty z mekhanichnym kriplenniam bahatohrannykh neperetochuvanykh plastyn bokovoi skhemy rizannia», *Pidiomno-transportna tekhnika*, No. 4, pp. 37–46.
3. Melnychuk, P.P., Vyhovskiy, H.M., Hromoviy, O.A. et al. (2017), *Pidvyshchennia efektyvnosti obroby ploskykh poverkhon tortsevym frezeruvanniam*, monohrafiia, ZhDTU, Zhytomyr, 277 p.
4. Denkena, B., Grove, T. and Pape, O. (2019), «Optimization of complex cutting tools using a multi-dexel based material removal simulation», *Procedia CIRP*, Vol. 82, pp. 379–382.
5. Arizmendi, M. and Jiménez, A. (2019), «Modelling and analysis of surface topography generated in face milling operations», *International Journal of Mechanical Sciences*, Vol. 163, 105061 p.
6. Moskvин, P., Balytska, N., Melnychuk, P. et al. (2017), «Kyrylovych Special features in the application of fractal analysis for examining the surface microrelief formed at face milling», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 2, No. 1 (86), pp. 9–15.
7. Pimenov, D.Y. (2014), «Experimental research of face mill wear effect to flat surface roughness», *Journal of Friction and Wear*, No. 35 (3), pp. 250–254.
8. Vyhovskiy, H., Plysak, M., Balytska, N. et al. (2021), «Engineering Methodology for Determining Elastic Displacements of the Joint “Spindle Assembly-Face Milling Cutter” While Machining Planes», *Advanced Manufacturing Processes II. InterPartner 2020. Lecture Notes in Mechanical Engineering*, Springer, Cham, pp. 258–268.
9. Gong, F., Zhao, J., Jiang, Y. et al. (2017), «Fatigue failure of coated carbide tool and its influence on cutting performance in face milling SKD11 hardened steel», *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, No. 64, pp. 27–34.
10. Hlembotska, L., Melnychuk, P., Balytska, N. and Melnyk, O. (2018), «Modelling the loading of the nose-free cutting edges of face mill with a spiral-stepped arrangement of inserts», *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 1, No. 1 (91), pp. 46–54.
11. Hromoviy, O.A., Vyhovskiy, H.M. and Balytska, N.O. (2020), «Shliakhy udoskonalennia protsesu obroby ploskykh poverkhon detalei frezeruvanniam», *Tekhnichna inzheneriia*, No. 2 (86), pp. 48–53.
12. Hlembotska, L., Balytska, N., Melnychuk, P. and Melnyk, O. (2019), «Computer modelling power load of face mills with cylindrical rake face of inserts in machining difficult-to-cut materials», *Scientific Journal of TNTU*, Vol. 93, No. 1, pp. 70–80.
13. Hlembotska, L.Ie. and Melnychuk, P.P. (2006), «Skhemy rizannia pry obrobsi tortsevymy frezamy ploskykh poverkhon detalei z vazhkoobrobliuvanykh materialiv», *Visnyk ZhDTU. Ser. Tekhnichni nauky*, No. 3 (38), pp. 3–10.
14. Andersson, C., Andersson, M. and Ståhl, J. (2011), «Experimental studies of cutting force variation in face milling», *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, No. 51 (1), pp. 67–76.
15. Beño, J., Mañková, I., Vrábel, M. et al. (2012), «Operation Safety and Performance of Milling Cutters with Shank Style Holders of Tool Inserts», *Procedia Engineering*, Vol. 48, pp. 15–23.
16. Balytska, N.O., Batsman, O.A., Bondarchuk, V.M., Vyhovskiy, H.M., Hlembotska, L.Ie., Humeniuk, O.M., Melnyk, O.L., Melnychuk, P.P., Polonskyi, L.H., Somov, D.O. (2021), *Konichnyi khvostovykh instrumenta* Ukraina, MPK V23S 5/26 (2006.01), Pat. №148547, № U 2021 02025, zaiavl. 19.04.2021, opubl. 19.08.2021, Biul. № 33.
17. Hlembotska, L.Ie., *Rizalni instrument*. Ukraina, MPK(2007) V23S5/02, V23S5/16, Pat. 78120, № a 200504170, zaiavl. 29.04.2005; nadr. 15.02.2007, Biul. № 2.
18. Kovalchuk, S.S. and Mazurets, O.V. (2009), «Systemnyi pidkhid do vykorystannia spetsializovanykh baz znan yak zasob kompleksnoi strukturyzatsii prostoru rishen tekhnolohichnykh zadach», *Aktualni problemy kompiuternykh tekhnolohii APKN-2009*, zbirnyk naukovykh prats za materialamy III-oi vseukrainskoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii, KhNU, Khmelnytskyi, pp. 62–68.
19. Dobrotvorskyi, S.S., Basova, Ye.V. and Dobrovolska, L.H. (2015), «Kompiuterne proektuvannia ta modeliuannia tekhnolohichnykh protsesiv vysokoshvydkisnoho frezeruvannia zahartovanykh stalei», *Visnyk natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika»*, No. 822, pp. 1–6.

Глембоцька Лариса Євгенівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри механічної інженерії Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0002-7234-4246>.

Наукові інтереси:

- дослідження процесів механічної обробки важкооброблюваних матеріалів;
- проектування різальних інструментів.

Балицька Наталія Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри механічної інженерії Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0003-1363-8110>.

Наукові інтереси:

- забезпечення експлуатаційних характеристик виробів формуванням періодичної текстури поверхонь;
- дослідження процесів механічної обробки важкооброблюваних матеріалів;
- проектування різальних інструментів.

Мельничук Петро Петрович – доктор технічних наук, професор Державного університету «Житомирська політехніка».

<http://orcid.org/0000-0003-0361-756X>.

Наукові інтереси:

- обробка матеріалів різанням;
- проектування різальних інструментів.

Мельник Олександр Леонідович – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри механічної інженерії Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0002-7081-7513>.

Наукові інтереси:

- композиційні матеріали;
- комп'ютерне імітаційне моделювання конструкцій та процесів у машинобудуванні;
- адитивні технології;
- дослідження процесів механічної обробки матеріалів.

Виговський Георгій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри механічної інженерії Державного університету «Житомирська політехніка».

<http://orcid.org/0000-0002-2199-5129>.

Наукові інтереси:

- обробка матеріалів різанням;
- проектування різальних інструментів;
- різальний інструмент для гнучких виробничих систем.

Hlembotska L.Ye., Balytska N.O., Melnychuk P.P., Melnyk O.L., Vyhovskyi H.M.

System-structural approach to improving the design of cutting tools

This article presents a systematic analysis, which involves the study of a cutting tool, its elements, and the relationships between them. An element-by-element analysis of the operating conditions of face mills is presented, where such components as the body part, the shank part, the cutting inserts and their positions are considered as a single system. As for the supersystem, it is a technological system (machine tool, device, workpiece, tool) that is influenced by various factors - active, intermediate, reactive, and derivative. For the analysis, selected standard face mills with round inserts, which are widely used in cutting machining. The influence of each element of a standard face milling cutter on the occurrence of unfavorable cutting conditions was determined and analyzed. On the basis of this analysis, a structural improvement of mill designs was proposed, which resulted in the development of concepts for the development of new designs of milling cutters with round inserts in the following directions: increasing tool stability, machining accuracy and productivity, and improving the quality of the surface layer of the machined surface of the workpiece. The structural approach consists of directions of improvement and the main elements of these directions, proposed expedient changes in technical characteristics and their theoretical justification, development of technical solutions and their implementation, and possible geometric parameters of face mills. As a result of the systemic and structural approach to improving the design of face mills, several variants of mills for hard-to-machine materials have been developed.

Keywords: system analysis; face milling cutter; structural approach; milling cutter designs.

Стаття надійшла до редакції 20.10.2023