

**РІЗАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ. ПРОЕКТУВАННЯ,
ВИГОТОВЛЕННЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ**

УДК 621.914

Г.М. Виговський, к.т.н., доц.
О.А. Громовий, к.т.н., доц.
О.В. Мельник, аспір.

Житомирський державний технологічний університет

**ІСНУЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНИХ
ЛЕЗОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ. ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ**

Робота присвячена аналізу існуючих конструкцій комбінованих інструментів, їх класифікації та можливості використання їхніх переваг для обробки плоских поверхонь деталей торцевим фрезеруванням.

Постановка проблеми. Головним напрямком розвитку механічної обробки є концентрація технологічних переходів, яка дозволяє багатократно знизити трудомісткість виготовлення деталей, збільшити продуктивність, зменшити собівартість обробки. З найменшими затратами концентрація технологічних переходів здійснюється при використанні комбінованого різального інструменту, яким можна обробляти одну або декілька поверхонь. Тому актуальним є аналіз ефективності використання такого інструменту [1]–[7].

Перевагами використання комбінованого інструменту є:

- 1) зменшення кількості технологічних переходів для обробки деталі;
- 2) можливість підвищення точності обробки за рахунок зниження похибки базування, у зв'язку зі зменшенням кількості переустановок;
- 3) зниження енергетичних затрат;
- 4) скорочення парку верстатів;
- 5) зменшення кількості необхідного інструменту.

Мета роботи полягає у створенні класифікації існуючих комбінованих інструментів, а також в аналізі доцільності впровадження обробки плоских поверхонь комбінованими торцевими фрезами.

Викладення основної частини. Комбінованим називають інструмент, який призначений для обробки декількох поверхонь. Він

поєднує в собі два або більше інструменти і не обов'язково одного виду.

Комбіновані інструменти в основному є спеціальними високопродуктивними, а тому широко використовуються в серійному та масовому виробництві. Проте вже сьогодні комбінований інструмент все частіше використання в умовах індивідуального та малосерійного виробництва в інструментальних цехах машинобудівних заводів внаслідок його стандартизації та нормалізації, а також організації його виробництва на інструментальних заводах. Все це значно розширює область його застосування.

Конструктивно комбінований інструмент поєднує в собі декілька нормальних інструментів. Існуючі конструкції інструментів цього типу наведені нижче.

1. Комбіновані різці (КР). Різці комбінують головним чином методом утворення фасонного профілю різальної частини. Відомі різці, що працюють з використанням повороту різцетримача. Комбіновані різці складного профілю виготовляють із швидкорізальних сталей. Ними обробляють зовнішні й внутрішні поверхні, як показано на рис. 1 [2].

Конструктивні й геометричні елементи КР вибираються в залежності від призначення інструменту і оброблюваного матеріалу. Частіше за все комбінують два елементарних різці. Прохідний різець конструкції В.А. Колесова (рис. 1, *a*) – комбінація з двох різців: прохідного і чистового лопаточного. Основна особливість – наявність другої головної різальної кромки, що встановлюється паралельно напрямку подачі. Круглі призматичні токарні фасонні різці (рис. 1, *в*) комбіновані методом утворення фасонного профілю зубів. Різець конструкції Ільїна (рис. 1, *з*) використовується при обробці отворів складної форми. Він складається лише з двох головок, але поєднує в собі два підрізних і два розточних різці.

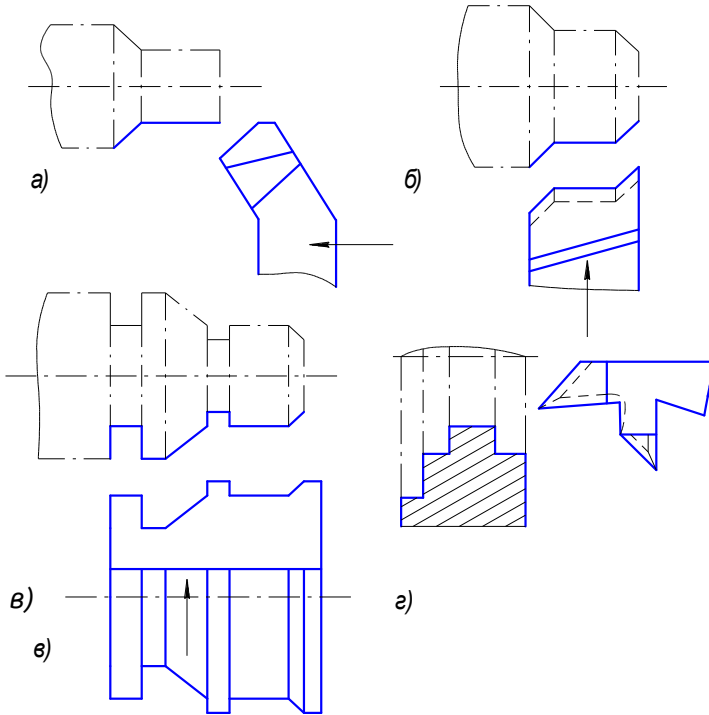


Рис. 1. Конструкції комбінованих різців [2]

а) конструкції В.А. Колесова; б) двоступінчастий різець;
в) круглий фасонний різець; г) конструкції Ільїна

2. Комбіноване центральне свердло (рис. 2) [3]. Винахід належить до металообробки і може бути використаний в інструментальній промисловості. Це свердло складається із свердлильної частини 1 і зенковочної частини 2. На першій частині виконана стружкова канавка 3, яка продовжується і на зенковочній частині, де виконана друга стружкова канавка 4, глибина якої не перевищує різниці радіусів зенковочної і свердлильної частин.

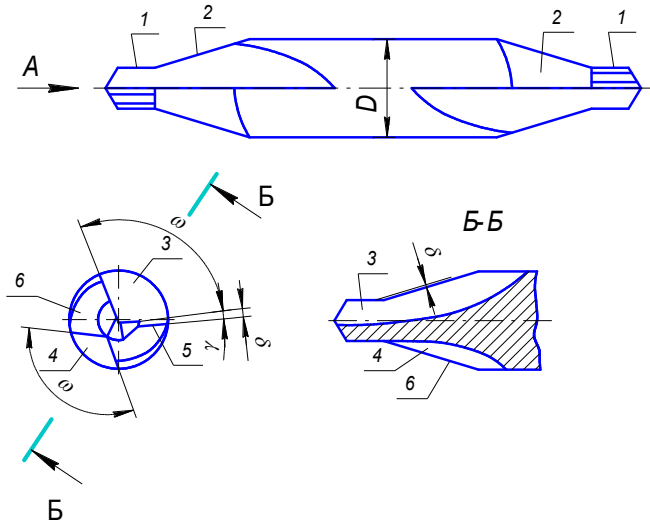


Рис. 2. Комбіноване центральне свердло [3]

Різальна кромка 5 на зенковочній частині свердла, що розташована в стружковій канавці 3, загальної для свердлильної 1 і зенковочної 2 частин свердла, виконана заниженою на величину δ відносно другої різальної кромки 6, розташованої в стружковій канавці 4. Величина δ заниження різальної кромки перевищує величину осьової подачі при центруванні.

3. Інструмент для обробки попередньо підготовлених отворів (рис. 3) [2]. Обробка отворів циліндричних, конічних, різьбових і співвісних циліндричних та різьбових, які знаходяться на деякій відстані один від одного, виконується інструментами, що комбінуються методом послідовного з'єднання східців.

На рис. 3 зображений зенкер–розвертка–мітчик. Такий інструмент забезпечує якісне нарізання різьби в отворах, отриманих литтям, ковкою і штампівкою, а також отворів деталей, зібраних в пакет.

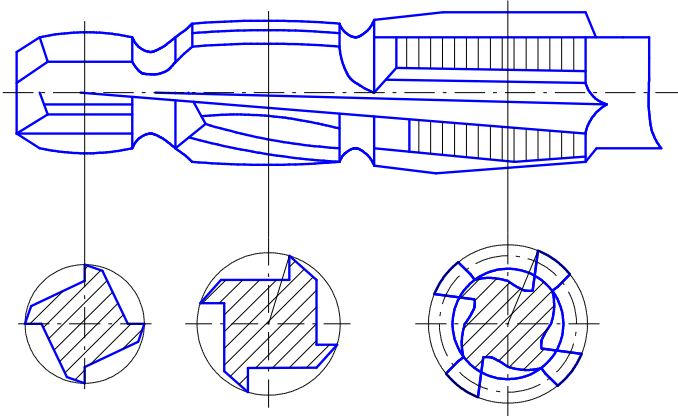


Рис. 3. Зенкер–розвертка–мітчик [2]

4. Комбінований інструмент (рис. 4) [4] розширює технологічні можливості свердла і забезпечує виконання гвинтових канавок в глухих отворах з мінімальною відстанню від дна отворів, а також видалення стружки і підвід ЗОР.

Інструмент складається із свердла 1, на одній із допоміжних різальних кромки якого розташований різальний елемент для утворення канавки заданого профілю, що виконаний в формі зуба 2, кут профілю якого складає $\lambda = 35 - 40^\circ$, а ширина основи $a = 0,25 - 0,35$ мм, причому величина b – відстань від точки перетину головної і допоміжної різальних кромки свердла до основи зуба не перевищує величини $12a$, а величина c – висота зуба складає $0,06d$ свердла. Геометрія заточування різальних кромки свердла 1 і зуба 2 для утворення гвинтової канавки вибирається, виходячи із забезпечення раціональних умов відводу стружки і міцності інструмента.

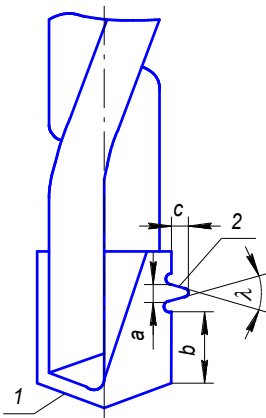


Рис. 4. Комбінований інструмент для виконання гвинтових канавок у глухих отворах з мінімальною відстанню від дна отвору [4]

5. Пристрій для зняття фасок (рис. 5) [5]. Ціль винаходу – забезпечення можливості зняття фасок на кромках отворів, виконаних на криволінійних поверхнях.

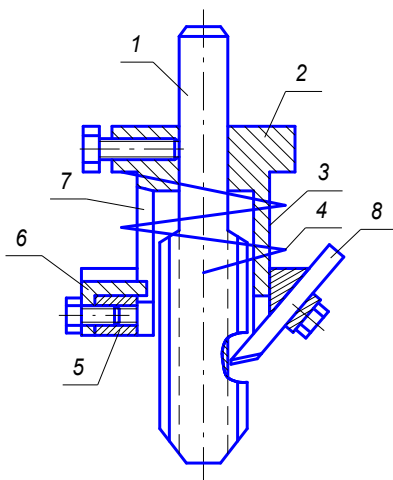


Рис. 5. Пристрій для зняття фасок [5]

Для досягнення поставленої задачі пристрій оснащений підпружиненим кільцем і сухарем, при цьому в кільці закріплені різець і сухар, а у втулці прорізаний поздовжній паз під сухар.

Пристрій складається з кінцевого інструменту – мітчика 1, втулки 2 з направляючою циліндричною частиною 3, пружини 4, кільця 5 та закріпленому на ньому сухаря 6, що входить своїм зубом в паз 7 направляючої частини втулки, і різця 8.

6. Конструкції комбінованих фрез представлені на рис. 6. На рис. 6, а зображено набір дискових інструментів, що являють собою групу фрез, підібраних за профілем і розміром обробленої поверхні деталі й закріплених на спільній оправці. При цьому одночасно оброблюється ряд поверхонь заготовки. Це призводить до скорочення числа операцій, установок і переходів, підвищує продуктивність. Використання наборів фрез забезпечує підвищення точності та якості деталі в порівнянні з обробкою окремими фрезами.

На рис. 6, б зображена торцева ступінчаста фреза [6]. Корпус фрези виконаний у вигляді зрізаного конуса, а різальні елементи розділені на групи, кожна з яких розташована по спіралі на твірній поверхні зрізаного конуса з однаковими центральними кутами, причому відповідні різальні ножі кожної групи розташовані на однаковій відстані від осі обертання.

Торцева ступінчаста фреза складається з корпусу 1, виконаного у вигляді зрізаного конуса 2. На поверхні зрізаного конуса виконані гнізда 3 під різальні ножі 4 і деталі 5 їх кріплення. Глибина всіх гнізд під ножі однакова, що дозволяє використовувати різальні ножі однакової довжини, розташовані по гвинтовій лінії, що реалізує ступінчасту схему різання. Гнізда 3 на твірній зрізаного конуса виконані на ділянках 6 з однаковими центральними кутами.

Збільшення числа відповідних різальних ножів на кожному концентричному колі твірної поверхні конуса сприяє підвищенню продуктивності фрезерування, яка прямо пропорційна кількості груп ножів.

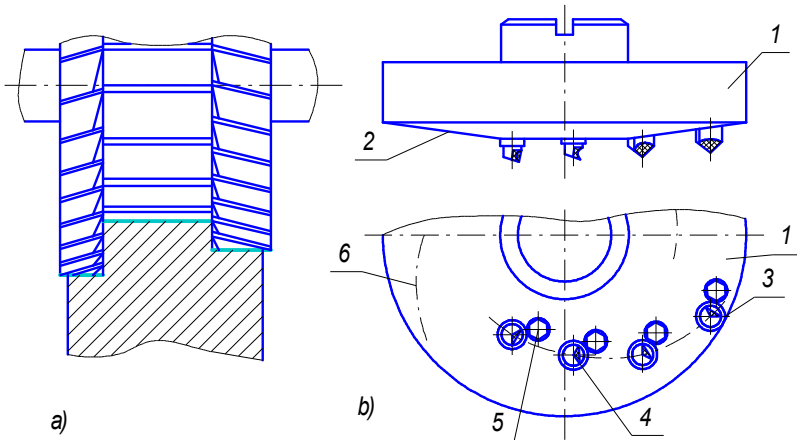


Рис. 6. Конструкції комбінованих фрез
 а) набір дисккових фрез; б) торцева ступінчаста фреза [6]

На основі аналізу існуючих конструкцій комбінованого інструменту його використання можна розділити на дві основні групи:

1) комбіновані інструменти, що забезпечують одночасну обробку однієї або декількох деталей одним методом обробки (точіння, свердління, зенкерування і т. ін.);

2) комбіновані інструменти, що суміщають одночасну обробку декількома методами (свердління–зенкерування, свердління–розвертування і т. ін.).

Загальна класифікація комбінованих інструментів показана на рис. 7.

Досвід використання ГВМ показує, що для обробки 20–30 різновидів корпусних деталей середньої складності необхідно до 120–150 інструментів. Очевидно, що розробка і виготовлення оснастки потребує значного часу і витрат. Наприклад необхідні розточні оправки різних довжин, діаметрів і конфігурацій. Тому доцільно використовувати вузол з'єднання окремих елементів по єдиній системі. У ВПІД була створена схема системи збірного розточного інструмента, основана на модульному принципі багатоцільового призначення як різального, так і допоміжного інструменту. В модульну систему розточного інструменту входять державки, подовжувачі, перехідники і різальні головки [7].

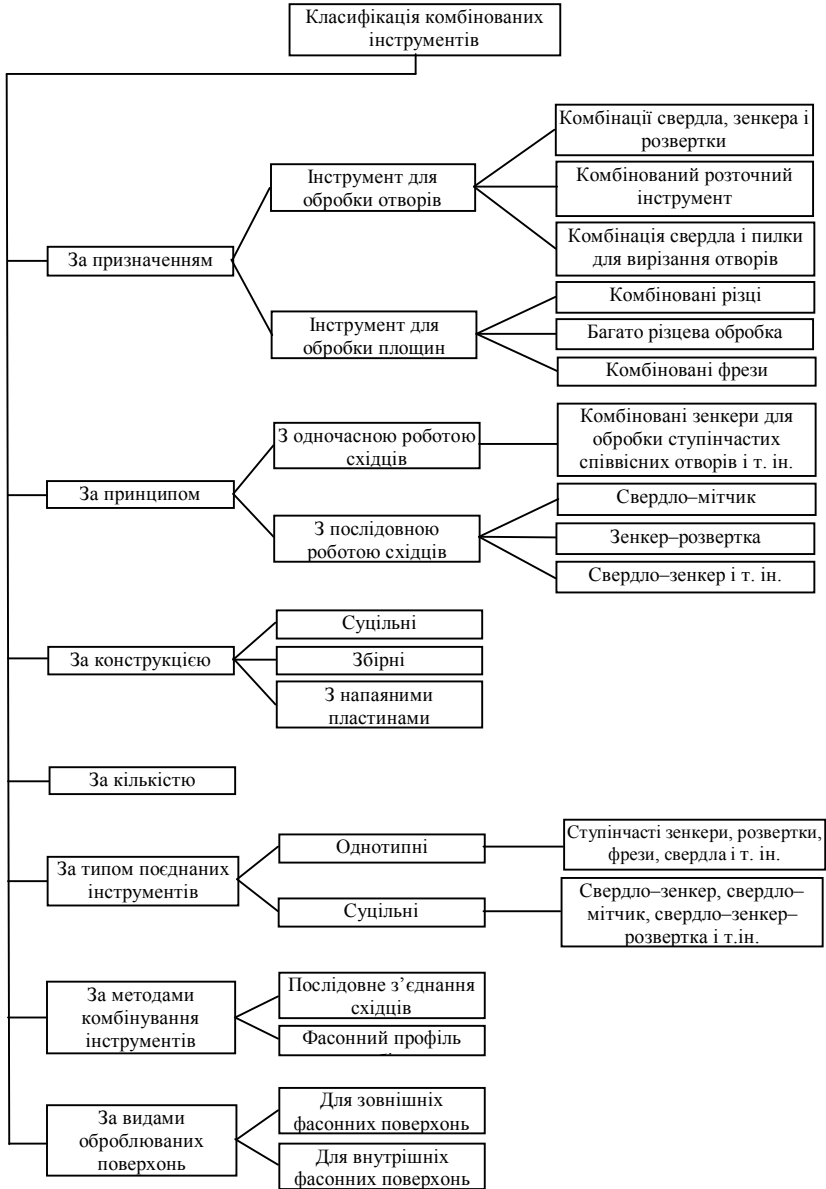


Рис. 7. Класифікація комбінованих інструментів

Використання комбінованих інструментів спрощує конструкцію агрегатних верстатів і автоматичних ліній. Крім того, при використанні комбінованих інструментів скорочується номенклатура різального і допоміжного інструментів, підвищується продуктивність обробки за рахунок зниження машинного і допоміжного часу, можливість видалення значних припусків за рахунок суміщення роботи декількох лез та здешевлення операцій за рахунок використання більш простих верстатів.

У корпусних деталях є значна кількість паралельних поверхонь, що оброблюються фрезеруванням за декілька проходів.

Торцеві фрези дозволяють обробляти різноманітні поверхні заготовок (рис. 8, *a–d*): відкриті (*a*), що оброблюються в упор – напівзакриті (*б*), обернені (*в*), типу ластівчиного хвоста (*г*), розташовані в пазу – закриті (*д*). Технологія обробки закритих площин, а особливо направляючих типу “ластівчин хвіст”, висуває особливі вимоги до інструменту, його специфіки і надійності. Глибина різання при обробці направляючих не перевищує 1 мм. Формоутворення вказаних площин здійснюється на поздовжньо-шліфувальних верстатах з використанням оправок для установки торцевих фрез [8].

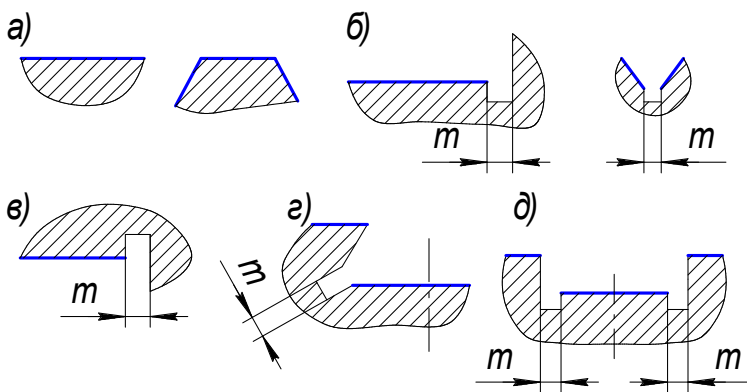


Рис. 8. Типи поверхонь оброблюваних торцевими фрезами

Оскільки в крупносерійному і масовому виробництві замість ковких, сірих чавунів і сталюого лиття все більш широко використовують високоміцні чавуни, які значно гірше оброблюються твердосплавним інструментом, то використовують торцеве фрезерування інструментом з композиту, що забезпечує одночасне

підвищення продуктивності й якості обробки деталей, підвищує ефективність виробництва.

Все частіше замість шліфування використовують обробку торцевими збірними фрезами $\varnothing 100\text{--}800$ мм з механічним кріпленням високоточних пластин, що не переточуються, круглої форми із композитів 01; 05 і 10Д; торцеве биття фрез регулюють в межах 10–20 мкм. Режими різання: $t \leq 1,5$ мм; $S_{np} \leq 2,5$ м/хв. [9]. Використання тонкого фрезерування надтвердими матеріалами (НТМ) є ще одним ефективним шляхом підвищення точності й продуктивності обробки.

Перспективною є можливість досягнення більшої продуктивності обробки за рахунок впровадження методу обробки декількох поверхонь за один прохід. Для цього необхідно поєднати переваги комбінованої обробки та фрезерування торцевою фрезою, оснащеною НТМ, шляхом створення комбінованої торцевої фрези для одночасної обробки паралельних поверхонь (наприклад на деталях типу салазок, на направляючих та інших деталях, де можлива обробка декількох паралельних поверхонь). Принципова схема інструменту показана на рис. 9.

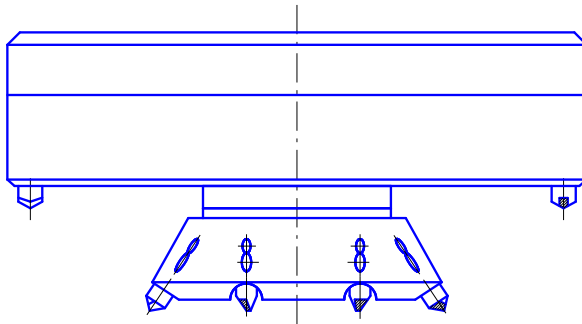


Рис. 9. Принципова схема двоступінчастої комбінованої фрези

Для створення такого інструменту необхідно вирішити ряд проблем:

1. У зв'язку з тим, що ножі фрези розташовані на двох, різних за діаметром ступінцях, потрібно забезпечити таке їхнє взаємне розташування і геометрію, щоб досягнути найменших динамічних навантажень на технологічну систему.

2. Забезпечення достатньої міцності окремих частин інструменту в зв'язку з тим, що комбінований інструмент має подолати більший сумарний крутильний момент.

3. Інструмент повинен забезпечувати легкість установки його на розмір та переустановки.

Це полегшить створення інструменту та дозволить забезпечити максимальну стійкість і продуктивність.

Висновки. Виконано аналіз і розроблена на його основі класифікація існуючих конструкцій комбінованого лезового інструменту. Розроблено принципову схему ступінчастої торцевої фрези для одночасної обробки двох паралельних поверхонь. В подальшому перспективним є проведення експериментальних досліджень процесу одночасної обробки поверхонь деталей комбінованими торцевими фрезами виготовлених за розробленими принциповими схемами і оснащених надтвердими матеріалами.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Граница В.А., Карпуть В.Е.* Применение комбинированного инструмента на многоцелевых станках // Мир техники и технологий. – 2003. – № 5. – С. 36–37.
2. *Н.В. Жарликов* Комбинированный металлорежущий инструмент – М.: Машиностроение, 1961.
3. Комбинированное центровочное сверло: А.с. 530758 СССР, МКІ В 23 В51/02 / С.Д. Френзель, В.С. Мисевич, И.А. Ординарцев, Л.Г. Дибнер (СССР). – № 2071087/08; Заявлено 01.11.74; Оpubл. 05.10.76, Бюл. № 37. – 2 с.
4. Комбинированный инструмент: А.с. 716721 СССР, МКІ В 23 В 51/08. / А.Д. Агеев, В.А. Дербенев, Г.М. Коршунов, И.А. Ординарцев, А.К. Синельщиков, В.Ф. Сычев (СССР). – № 2600064/25-08; Заявлено 05.04.78; Оpubл. 25.02.80, Бюл. № 7. – 2 с.
5. Устройство для снятия фасок: А.с. 846129 СССР, МКІ В 23/ В 51/16. / В.Т. Завалишин, В.О. Прусаков, В.И. Семенов, Р.А. Кобылин, В.И. Кузнецов (СССР). – № 2580765/25-08; Заявлено 24.01.78; Оpubл. 15.07.81, Бюл. № 26. – 2 с.
6. Торцовая ступенчатая фреза: А.с. 837608 СССР, МКІ В 23 С 5/06. / В.И. Баранчиков (СССР). – № 2829391/25-08; Заявлено 18.10.79; Оpubл. 15.06.81, Бюл. № 22. – 2 с.
7. Сборный твердосплавный инструмент / Г.Л. Хае́т, В.М. Гах, К.Г. Громаков и др.; Под общ. ред. Г.Л. Хае́та. – М.: Машиностроение, 1989. – 256 с.
8. Стандарт предприятия СТП130049. 22–82.
9. *Р.М. Сви́ринський* Чистова обробка площин чавунних деталей фрезами з ельбору // Станки і інструмент. 1976. – № 9. – С. 18–20.

ВИГОВСЬКИЙ Георгій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент, проректор з організаційно-навчальної роботи Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- обробка металів різанням;
- проектування різальних інструментів.

ГРОМОВИЙ Олексій Андрійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології машинобудування та конструювання технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- обробка металів різанням;
- моделювання технологічних процесів.

МЕЛЬНИК Олексій Володимирович – аспірант кафедри технології машинобудування та конструювання технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- обробка металів різанням;
- обробка плоских поверхонь комбінованим інструментом.

Подано 16.03.2006