

УДК 621.9

Д-р техн. наук В. Є. Карпусь<sup>1</sup>, канд. техн. наук В. О. Іванов<sup>2</sup>,  
канд. техн. наук Д. О. Міненко<sup>2</sup>, І. М. Дегтярьов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Академія внутрішніх військ МВС України, м. Харків<sup>2</sup>Сумський державний університет, м. Суми

## ШВИДКОПЕРЕНАЛАГОДЖУВАНІ БАЗУЮЧІ МОДУЛІ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ

*Виконано комплексний аналіз корпусних деталей, які оброблюються на свердлильно-фрезерно-розточувальних верстатах із ЧПК. Запропоновано нові конструкції швидкопереналагоджуваних базуючих модулів для встановлення корпусних деталей за площиною, у «координатний кут», площиною та двома отворами.*

**Ключові слова:** верстатний пристрій, базуючий модуль, базування, корпусна деталь, гнучкість, переналагодження.

Широкі технологічні можливості сучасних верстатів із ЧПК обумовлені їх високою гнучкістю, підвищеною жорсткістю, потужністю та точністю обробки. Однак слід відзначити, що найбільшими витратами часу при їх переналагодженні є допоміжна та підготовчо-заключна складові норми часу, пов'язані із заміною верстатного пристрою (ВП) та комплекту різального інструменту.

На свердлильно-фрезерно-розточувальних верстатах із ЧПК, як правило, обробляють корпусні (54 % від загальної кількості деталей), плоскі (5 %) та деталі типу важелі, шатуни, кронштейни, планки та ін. (7 %), а також тіла обертання (34 %) [1].

Для визначення параметрів металорізального обладнання та застосовуваних ВП необхідно виконати аналіз і класифікацію деталей за конструктивно-технологічними ознаками (габаритні розміри, маса, матеріал, необхідні параметри точності обробки). У більшості виробів машинобудування корпусні деталі (КД) займають основне положення за вагою, складністю, трудомісткістю та собівартістю виготовлення. За їх допомогою забезпечується потрібне взаємне розташування деталей, їх кріплення та з'єднання. КД відрізняються великим різноманіттям конструкцій, розмірами, формою та просторовим розташуванням оброблюваних поверхонь. До них належать корпуси редукторів, коробки швидкостей і коробки подач верстатів, блоки циліндрів двигунів автомобілів, тракторів, компресорів, корпуси шпиндельних блоків багатошпиндельних автоматів і напівавтоматів та ін. Основними методами обробки КД є фрезерування площин і пазів, а також обробка отворів, що складає 80 % від загальної трудомісткості обробки деталей (рис. 1) [2]. Велику увагу приділяють точності обробки основних отворів, бо від їх точності залежить положення деталей і складальних одиниць у корпусі та правильна робота механізмів і машин в цілому. Основні отвори КД при-

ладів знаходяться у діапазоні діаметрів 16...60 мм, верстатів – 20...150 мм, автомобілів – 30...200 мм, кранів – 40...320 мм [3]. На верстатах із ЧПК 60 % основних отворів обробляють за 6...7 квалітетом (рис. 2) [4].

Марку матеріалу для виготовлення КД вибирають відповідно до службового призначення та умов його роботи. Аналіз конструкцій КД показав, що 83 % деталей виготовляють із чавуну та сталі (рис. 3), 17% – із кольорових металів [2]. У машинобудуванні найчастіше використовують КД (85 % від загальної кількості КД), габаритні розміри у плані яких становлять не більше

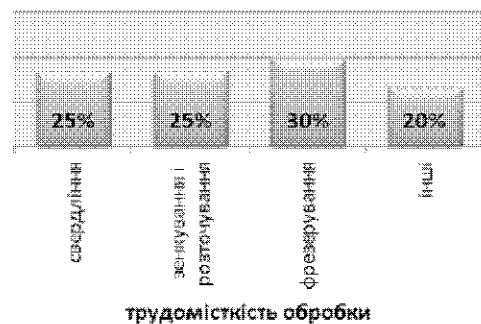


Рис. 1. Діаграми розподілу видів обробки корпусних деталей за трудомісткістю обробки

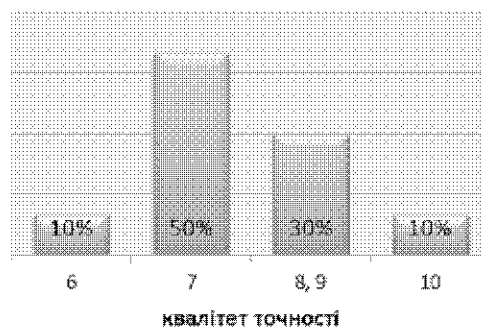


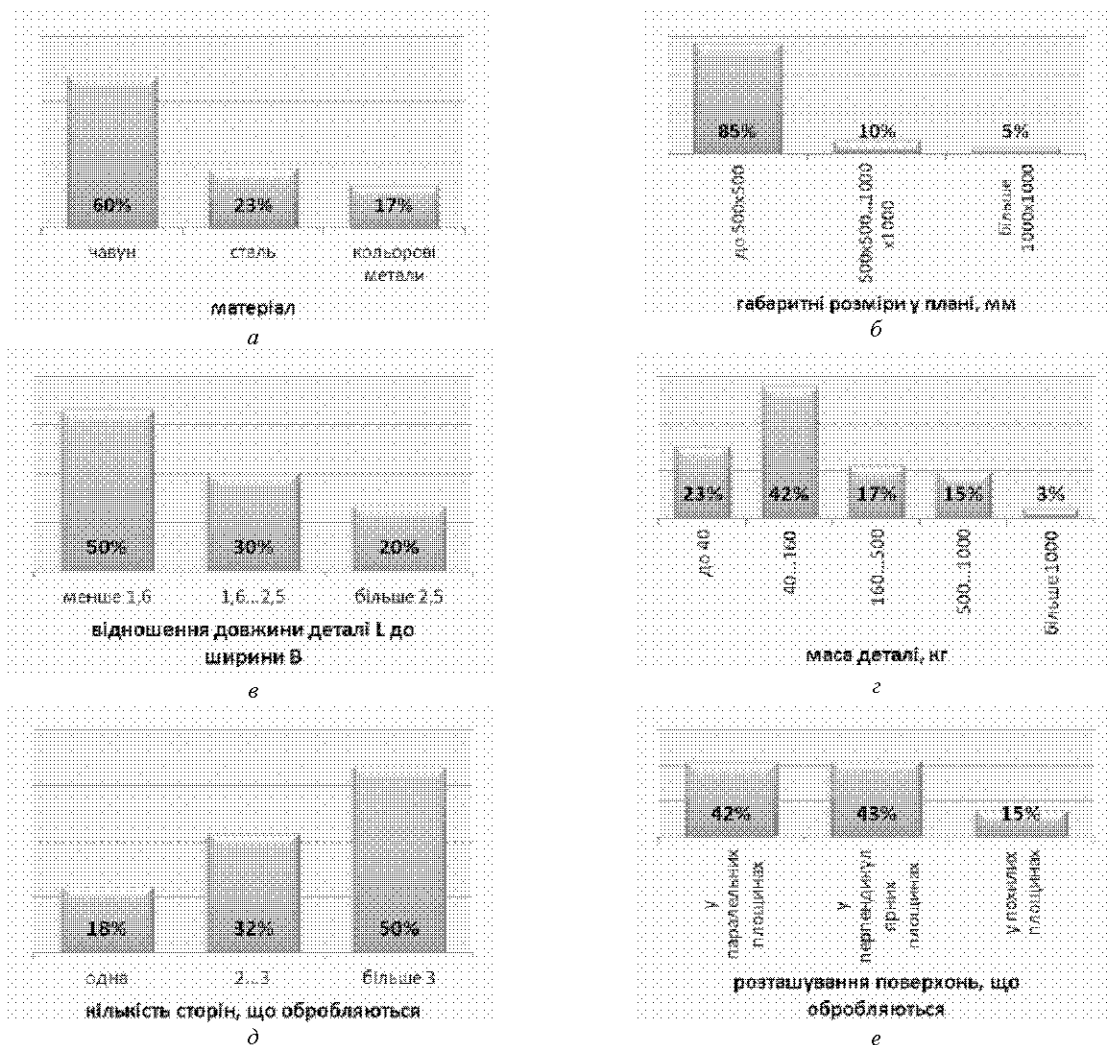
Рис. 2. Діаграми розподілу корпусних деталей за точністю обробки основних отворів

ніж 500×500 мм [5]. КД, як правило, мають квадратну або прямокутну форму, при цьому відношення довжини деталі до ширини у 80 % КД не більше 2,5. Діаграма розподілу КД за масою показує, що маса 82 % КД не перевищує 500 кг [6]. 18 % заготовок потребують обробки з однієї сторони, а 82 % заготовок необхідно обробити з двох і більше сторін (рис. 3, д). При цьому поверхні, що обробляються, можуть бути розташовані у паралельних (42 % загальної кількості оброблюваних поверхонь), перпендикулярних (43 %) і похилих (15 %) площинах (рис. 3, е) [3].

Верстати вертикальної компоновки (54 % від загальної кількості верстатів), тобто верстати з розташуванням осі шпинделя перпендикулярно до площини стола, забезпечують вільний підхід різального інструменту до оброблюваної поверхні заготовки. Такі верстати здебільшого використовують для обробки деталей з одного боку. Верстати горизонтального компоновання, коли вісь шпинделя верстата паралельна до площини стола, як правило, застосовують для обробки великогабаритних деталей, що потребують обробки з

кількох сторін, наприклад, корпусів коробок подач, картерів і головок двигунів і т. д. Таке компоновання верстата забезпечує ефективне відведення стружки із зони різання. У більшості випадків верстати свердлильно-фрезерно-розточувальної групи оснащуються поворотними (обертання деталі навколо однієї осі) або глобусними (обертання деталі навколо двох осей) столами, які дозволяють виконувати обробку складних деталей із кількох сторін при незмінному їх закріпленні.

Аналіз оброблюваних деталей та їх статистичний розподіл дозволяє визначити основні технічні вимоги до свердлильно-фрезерно-розточувальних верстатів із ЧПК і обґрунтовано вибрати компоновання ВП. Для верстатів даної групи основним параметром є ширина (діаметр) стола, яка визначає габаритні розміри у плані оброблюваної заготовки. Так, розподіл деталей і структури випуску верстатів показує, що потреба у свердлильно-фрезерно-розточувальних верстатах з шириною стола 250...630 мм складає приблизно 2/3 всієї потреби верстатів цієї групи. Серед верстатів із вертикальним шпинделем найбільш поширені верста-



**Рис. 3.** Діаграми розподілу корпусних деталей: а – за матеріалом; б – за габаритними розмірами; в – за відношенням довжини деталі  $L$  до ширини  $B$ ; г – за масою деталі; д – за кількістю сторін, що обробляються; е – за розташуванням поверхонь, що обробляються

ти з шириною стола 250...400 мм, а серед верстатів із горизонтальним шпинделем – верстати з шириною стола 500...800 мм, що підтверджується інформацією від виробників. Такі верстати дозволяють виконувати обробку деталей масою до 800 кг і належать до легких верстатів [6].

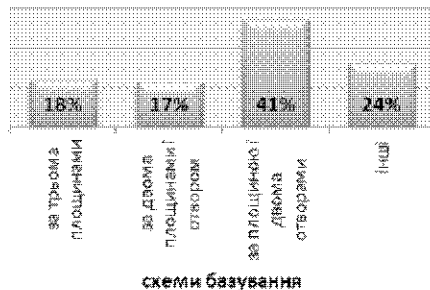


Рис. 4. Діаграми розподілу корпусних деталей за схемою базування

Установлення КД у ВП здійснюється за трьома основними схемами базування (рис. 4), які складають 76% від усіх схем базування деталей. Це базування за трьома площинами, за двома площинами та отвором, за площиною та двома отворами. Характерною особливістю цих схем є те, що одна з плоских поверхонь (переважно найбільша) використовується як установлювальна база, забезпечуючи достатню сталість, зручність закріплення та усунення вібрацій при обробці.

Традиційні способи базування заготовок не забезпечують високої ефективності виробництва, оскільки витрати на підготовчо-заключну норму часу залишаються досить вагомими у загальному балансі трудомісткості обробки. Як правило, базування заготовок за трьома площинами здійснюється за допомогою нерегульованих опорних пластин або опор, які реалізують установлювальну, напрямну та опорну бази. Основними недоліками використання таких установлювальних елементів (УЕ) є неможливість переналагодження, а саме безперервне переміщення УЕ у певні координати базуючого модуля. Таким чином, актуальним є розроблення нових базуючих модулів з високим ступенем гнучкості, які забезпечують швидке переналагодження УЕ у широкому діапазоні розмірів заготовок.

Підвищення гнучкості та розширення технологічних можливостей верстатних пристроїв, скорочення підготовчо-заключного часу на переналагодження пристрою, а отже, підвищення ефективності використання металорізальних верстатів забезпечується за рахунок розроблення та впровадження швидкопереналагоджуваних базуючих модулів, які входять до комплексу універсально-збірних переналагоджуваних пристроїв [7, 8].

Для базування заготовок у «координатний кут» на свердильних, фрезерних, розточувальних та багато-

цільових верстатах доцільно застосовувати переналагоджуваний базуючий модуль, який забезпечує одночасне автоматизоване переналагодження УЕ при підготовці ВП до установлення заготовки іншого типорозміру. Переналагодження опорних елементів 1 і 2 (рис. 5) з регульованими опорами 3 у задані координати здійснюється завдяки гвинтам 4 і 5, які приводяться до руху кроковими двигунами 6 і 7 відповідно. Базуючий модуль може бути встановлений як на столі верстата, так і на базових плитах, що входять до різних комплектів збірних верстатних пристроїв, а також конструкцій переналагоджуваних та спеціальних верстатних пристроїв. При необхідності базування заготовок із ступінчастими базовими поверхнями є можливість ручного регулювання величини вильоту опор 3 на певну величину за рахунок різьбових поверхонь.

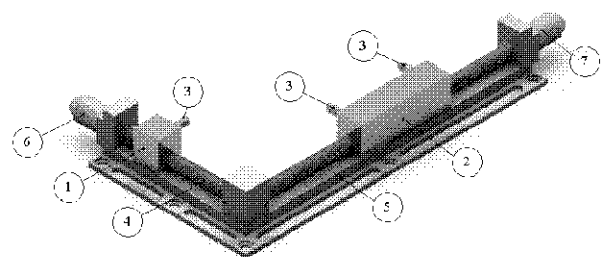


Рис. 5. Переналагоджуваний базуючий модуль для установлення корпусних деталей у «координатний кут»

Для базування заготовок за площиною та двома отворами доцільно застосовувати переналагоджуваний базуючий модуль, який дозволяє змінювати положення установлювальних пальців у межах технічної характеристики конструкції. Це забезпечує зменшення витрат часу на переналагодження при підготовці ВП до установлення заготовки іншого типорозміру за рахунок переміщення опор 1 (рис. 6) у задане положення шляхом обертання валів 2 та гвинтів 3 навколо своїх осей таким чином, що відстань між установлювальними пальцями 4 та 5 відповідає відстані між базовими отворами заготовки. Після цього заготовка установлюється на установлювальні пальці 4 і 5.

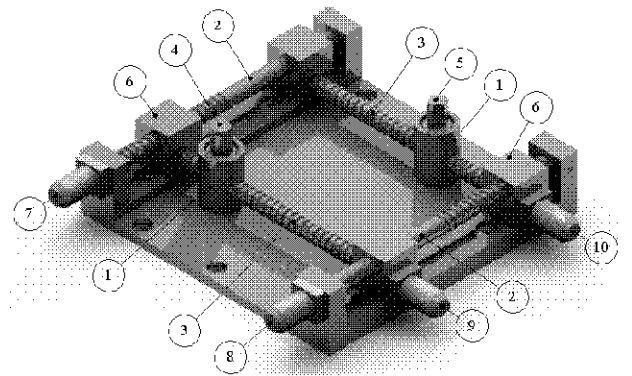


Рис. 6. Переналагоджуваний базуючий модуль для установлення корпусних деталей за площиною та двома отворами

Для підвищення ефективності використання переналагоджуваного базуючого модуля може використовуватися комплект установлювальних пальців різних типів (циліндричні, ромбічні), які мають єдиний типорозмір приєднувальної частини, а базуючі поверхні – відповідають різним діаметрам базових отворів заготовок. Підвищення точності переналагодження УЕ забезпечується за рахунок застосування кульково-гвинтових механізмів регулювання, що дозволяє зменшити величини зазорів між валами 2 і опорними елементами 6 та гвинтами 3 і опорами 1. Автоматизоване переналагодження реалізується за рахунок використання крокових двигунів 7–10.

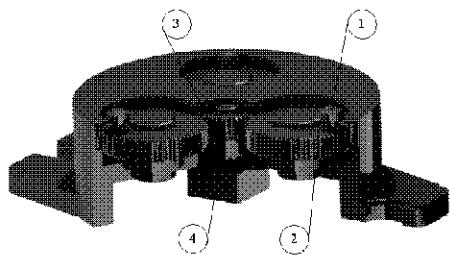


Рис. 7. Переналагоджуваний базуючий модуль для установки корпусних деталей за площиною

При базуванні заготовок за площиною доцільно використовувати переналагоджуваний базуючий модуль, особливістю якого є одночасне переміщення опор завдяки зубчастому механізму регулювання. При установленні заготовки у переналагоджуваний базуючий модуль опори 1 (рис. 7), які розміщені на колесах 2 з ексцентриситетом відносно їх осі та рівновіддалені від осі шестірні 3, розміщуються у задане положення шляхом обертання вала 4 із шестірнею 3.

Відстань між опорами 1 та віссю шестірні 3 залежить від габаритних розмірів у плані заготовки. Для підвищення ефективності використання переналагоджуваного базуючого модуля може використовуватися комплект опор з різними установлювальними поверхнями (циліндричні, плоскі, рифлені), які відповідають певному стану базової поверхні заготовки.

### Висновки

1. Проведений статистичний аналіз корпусних деталей дозволив визначити технологічні особливості їх

### Карпусь В.Е., Иванов В.А., Миненко Д.А., Дегтярев И.М. Быстропереналаживаемые базирующие модули для установки корпусных деталей

*Выполнен комплексный анализ корпусных деталей, обрабатываемых на сверлильно-фрезерно-расточных станках с ЧПУ. Предложены новые конструкции быстропереналаживаемых модулей для установки корпусных деталей по плоскости, в «координатный угол», плоскости и двум отверстиям.*

**Ключевые слова:** станочное приспособление, базирующий модуль, базирование, корпусная деталь, гибкость, переналадка.

### Karpus V., Ivanov V., Minenko D., Dehtyarov I. Rapid adjusting locating modules for installation of prismatic parts

*Comprehensive analysis of prismatic parts being machined on drilling-milling-boring machine-tools with numerical programme control is performed. New constructions of rapid adjusting locating modules are proposed for installation of prismatic parts on the plane, «coordinate angle», the plane and two holes.*

**Key words:** fixture, locating module, locating, prismatic part, flexibility, changeover.

обробки в умовах багатонаменклатурного виробництва на сверлильно-фрезерно-розточувальних верстаках із ЧПК, підвищення ефективності яких можливе за рахунок вибору компонентів ВП із високим ступенем гнучкості.

2. Запропоновано конструкції швидкопереналагоджуваних базуючих модулів, які забезпечують скорочення витрат підготовчо-заключної норми часу при переході до обробки деталей іншої номенклатури, зменшення витрат на комплекти ВП при їх впровадженні у виробництво.

3. Подальшим напрямком роботи є обґрунтування вибору типорозмірів базуючих модулів, а також дослідження точності базування заготовок у них із урахуванням похибки, пов'язаної з переналагодженням установлювальних елементів базуючих модулів.

### Список літератури

1. Прокопенко В. А. Многооперационные станки / В. А. Прокопенко, А. И. Федотов. – Л.: Машиностроение, 1989. – 180 с.
2. Пальчевський Б. О. Технологічні основи автоматизованого виробництва / Б. О. Пальчевський. – Львів: Світ, 1994. – 205 с.
3. Маталин А. А. Многооперационные станки / Маталин А. А., Дашевський Т. Б., Кияницький Й. Й. – М.: Машиностроение, 1974. – 319 с.
4. Дерябин А. Л. Технология изготовления деталей на станках с ЧПУ и в ГПС: учеб. пособие для машиностроит. техникумов / А. Л. Дерябин, М. А. Эстерзон. – М.: Машиностроение, 1989. – 288 с.
5. Инструмент для станков с ЧПУ, многоцелевых станков и ГПС / [Фадюшин И. Л., Музыкант Я. А., Мещеряков А. И., Маслов А. Р.]. – М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.
6. Брон А. М. Обработка корпусных деталей на многоцелевых станках с ЧПУ / А. М. Брон. – М.: Машиностроение, 1986. – 47 с.
7. Карпусь В. Е. Универсально-сборные переналаживаемые приспособления / В. Е. Карпусь, В. А. Иванов // Вестник машиностроения. – 2008. – № 11. – С. 46–50.
8. Karpus' V. E. Universal-composite adjustable machine-tool attachments / V. E. Karpus', V. A. Ivanov // Russian Engineering Research. – 2008. – Vol. 28. – N 11. – P. 1077–1083.

Одержано 22.12.2012