

УДК 621.9.06.001.63

Ю.М. Кузнєцов, д.т.н., проф.*Національний технічний університет України «КПІ»*

РОЛЬ НАУКИ В РОЗВИТКУ ЦІЛЮВИХ МЕХАНІЗМІВ І ВЕРСТАТНОГО ОСНАЩЕННЯ В УКРАЇНІ

Сформульовані світові тенденції розвитку машинобудування, механізмів та оснащення металорізальних верстатів. Показана роль науки при створенні нової техніки на прикладі досягнень кафедри конструювання верстатів та машин Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”.

Вступ. ХХІ століттю і третьому тисячоліттю властивий якісний стрибок у виробництві, використання нових високих технологій, і тому найбільших успіхів досягає та країна, де більше приділяється уваги інтеграції науки, освіти і виробництва. В сучасних відношеннях між виробником і споживачем діє ланцюг (рис. 1), де провідна роль належить науці.

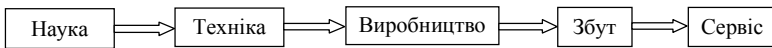


Рис.1. Від науки до сервісу виробленої продукції

Вклад основного матеріалу. У світових тенденціях розвитку машинобудування і, зокрема, верстатобудування, намітилися напрямки, які вимагають створення нових механізмів і оснащення, а саме [1–4, 9, 11, 12]:

1. Високошвидкісне (High Speed Cutting) і високопродуктивне (High Production Cutting) різання на швидкостях лезової обробки до 30 м/с, алмазно-абразивної – до 150 м/с, подачах – до 0,5 мм/зуб при чистовому фрезеруванні завдяки використанню прогресивного різального інструмента.

2. Удосконалення і оптимізація існуючих і розробка нових енергетичних матеріалозберігаючих технологічних процесів виготовлення виробів машинобудування за рахунок нових наукоємних і комбінованих методів обробки заготовок (гідроімпульсна, магнітоабразивна, лазерна тощо).

3. Створення багатофункціонального, багатоцільового обладнання для реалізації комбінованих методів обробки як подальший крок в

напрямку концентрації операцій і різнохарактерних методів обробки на одному верстаті, наприклад, обробка тиском, термічна, токарна та шліфувальна.

4. Нові компоновки верстатів з мехатронними компонентами, що об'єднують засоби механіки, електроніки і електротехніки.

5. Прагнення до прецизійної (High Precision Cutting) і ультрапрецизійної обробки (нанотехнології або субмікронні технології), що дозволяє забезпечити точність обробки високоточних прецизійних виробів до 0,01 мкм отримати шорсткість поверхні $R_z = 0,001$ мкм (1 нанометр).

6. Агрегатно-модульний принцип побудови верстатів і промислових роботів з використанням уніфікованих вузлів і модулів для гам одностипних верстатів, що сприяє їх централізованому виробництву [1, 4].

7. Принцип модульної технології, в основі якої для спільного виконання закінченої службової функції деталі покладений принцип сполучення поверхонь деталей: виконавчі (базуючі та робочі) і зв'язуючі.

8. Прагнення до безлюдної технології – гнучке автоматизоване виробництво (ГАВ), де без посередньої участі людини здійснюється організація активного контролю в процесі обробки за станом заготовки, інструмента, оснащення з використанням вимірювальних систем і датчиків з подальшою діагностикою всієї системи.

9. Застосування нових прогресивних матеріалів для деталей верстатів (верстатометал, синтегран, полімербетон тощо), екологічно нешкідливого «сухого різання» або нешкідливих МОТС, малошумних комплектуючих виробів, розвинутої системи блокування, герметизованого кабінетного захисту тощо.

10. Сервісна і технічна підтримка через Інтернет споживачів обладнання, глибока діагностика кожної одиниці обладнання і систем ЧПК.

11. Високі інтегровані технології з використанням 3D – моделювання і лазерної технології для пошарового створення тривимірних реальних об'єктів якої-завгодно складності (Rapid Prototyping) [3]. Нанотехнології приводять до нових технологічних методів не обробки деталей, а їх вирощування. Надпрецизійна технологія і нанотехнологія забезпечуються новою компоновкою верстатів і оснащенням лазерними вимірювальними системами, застосуванням магнітних підшипників, аеро- і гідростатичними напрямними, вбудовою у

верстат сенсорних і контрольних засобів в сполученні з управлінням від сучасних пристроїв ЧПК.

12. Використання сучасних методів пошуку нових технічних рішень (системних, асоціативних, алгоритмічних, комбінованих і спеціалізованих), в тому числі з ЕОМ («Винахідницька машина») [5–7, 10].

У світлі світових тенденцій верстатобудування України в 90-і роки минулого століття прийшло в занепад, чого навіть не трапилось в роки другої світової війни і після неї. До розпаду СРСР в кінці 80-х років верстатобудування України було на підйомі, а кількість верстатозаводів складала приблизно 20 % від загальної кількості [11], що забезпечувало не тільки потреби постсоціалістичного простору, а і дозволяло експортувати продукцію в інші капіталістичні країни світу.

На жаль, деякі спеціалісти верстатобудуванню як серцевині машинобудування відводять другорядну роль і помиляються, коли кажуть: «...треба пам'ятати, що верстатобудування завжди розвивається в другу чергу, спочатку повинен початися підйом народного господарства, поліпшитися економічна ситуація в цілому». А як же може здійснюватись підйом на старому обладнанні, яке має низькі техніко-економічні показники (продуктивність, точність, гнучкість тощо) або при його відсутності, якщо навіть сучасні верстати з ЧПК і нові верстати-автомати розпродали за межі України, розібрали і здали в металобрухт.

Такі думки і розрив ланцюга "освіта – наука – виробництво" призвели до того, що деякі всесвітньо відомі верстатозаводи України і конструкторські бюро при них втратили свої пріоритети, припинили займатися модернізацією верстатів, пріоритетними перспективними дослідженнями і проектуванням верстатів нового покоління за допомогою сучасної інформаційної техніки, а також залучати провідних вчених на умовах госпдоговірного та іншого співробітництва. Цехи верстатозаводів почали перетворюватись в окремі заводики без єдиної генеральної стратегії, руйнуючи систему управління, розпродаючи обладнання, приміщення і територію заради одночасної і особистої користі. Втрачений великий інтелектуальний капітал заводів і КБ, пішли шукати роботу за їх межами висококваліфіковані робочі кадри та інженерно-технічні працівники. Практично зникли виробничі, технологічні та конструкторські практики студентів вищих і середньо-технічних навчальних закладів,

розвалилась система професійної технічної підготовки (ПТУ, СПТУ), що при порівняно низьких заробітних платах відштовхнуло талановиту і працювиту молодь від виробництва.

З 16-ти верстатозаводів України зуміли не втратити свої позиції тільки Краматорський завод важкого верстатобудування, одеський завод "Мікрон", а почали підніматися з порівняно низьким виробництвом верстатів лише Харківський завод ім. Косіора і київське ВАТ "Веркон", яке відмовилось від багатшпиндельних токарних автоматів і напівавтоматів, колись конкуруючих з фірмами Pittler, Shutte, ЗЛН, Гільдемейстер та іншими, переорієнтувалося спочатку на універсальні токарно-гвинторізні верстати з традиційною віковою кінематикою, а тепер розпочало виробництво двошпиндельних токарних верстатів з ЧПК, залишивши за собою тільки ремонт з модернізацією обмеженої кількості верстатів. Віддали свої пріоритети Рязанському верстатозаводу колишній завод "Комсомолец" (тепер ВАТ "Беверс") і Львівський завод фрезерних верстатів.

Шанси відродити вітчизняне верстатобудування в Україні поки що є, але для цього потрібно:

1. Забезпечити державну підтримку і переважно вітчизняні інвестиції у верстатобудівну та інструментальну галузі. Припинити або звести до розумного мінімуму імпорт верстатів, комплектуючих виробів і технологічного оснащення із Західної Європи і країн Південно-Східної Азії, а замість цього створити з ними спільні підприємства на взаємосприятливих умовах для виробництва конкурентоспроможної продукції.

2. З залученням відомих вчених провідних ВНЗ України в галузі приладобудування, машинобудування і, зокрема, верстатобудування розробити концепцію і перспективний план відновлення вітчизняного верстатобудування для виробництва конкурентоспроможних верстатів, їх механізмів, верстатно-інструментального оснащення і комплектуючої електро-гідро-пневмоапаратури.

3. Відновити інтеграцію освіти, науки і виробництва рішеннями або постановами Кабінету Міністрів України з обов'язковим виконанням цих рішень з боку ВНЗ і верстатобудівних заводів, насамперед, відродити для студентів навчально-виробничі майстерні, практики на заводах, виділяти цільові кошти підприємствам на науку, дослідні лабораторії тощо.

4. Відновити систему професійної технічної підготовки через ПТУ і СПТУ, які були при верстатобудівних заводах для підготовки молодих робочих кадрів.

5. Забезпечити цільове виділення коштів з боку держави на модернізацію і оновлення лабораторно-дослідницьких баз кафедр технології машинобудування, металорізальних верстатів та інструментів провідних національних технічних університетів, де працюють відомі вчені в галузі верстатобудування.

6. Розробити державну програму з модернізації верстатів (під час їх ремонтів і сервісному обслуговуванні).

7. Обережно, обґрунтовано і не поспішаючи підійти до вступу у ВТО, тому що підприємства різних галузей України не взаємно пов'язані між собою і ще не готові конкурувати з провідними фірмами світу за рівнем продукції, яка виготовляється, що може суттєво зменшити ринок наших замовників, бо при скасуванні торгових бар'єрів до нас прийде більш дешево обладнання, хоча, з іншого боку, скасуються митні обмеження на комплектуючі для вітчизняної продукції. А це зменшить собівартість нашої продукції навіть для вітчизняного ринку.

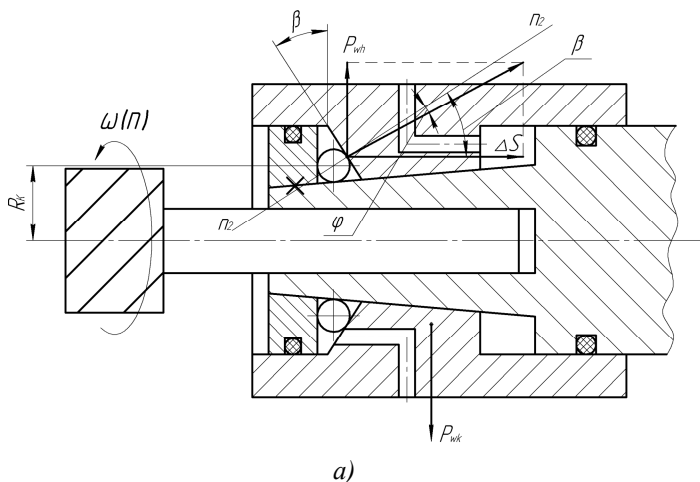
По деяких з перелічених напрямків роботи ведуться на кафедрі «Конструювання верстатів та машин» НТУУ «Київський політехнічний інститут», що дозволяє відмовитися від тенденції, яка останніми роками намітилась у вищій технічній освіті в Україні, а саме: тенденції на підготовку фахівця – «споживача-користувача» закордонних машин та технологій. Стратегія та тактика вищої освіти повинні бути спрямовані на підготовку будівника майбутнього України, генератора нових машин та високих технологій.

Для забезпечення високошвидкісної і прецизійної обробки деталей на фрезерних, багатоцільових верстатах, в тому числі з паралельною кінематикою, фірма Sandvik Coromant запропонувала гідромеханічний патрон типу Coro Grip (патент США № 6473954), в якому затискний елемент виконаний у вигляді тонкостінної конічної втулки з кутом $1^\circ - 2^\circ$, що потребує тиск живлення рідини до 70 МПа при затиску і ще більший тиск в 1,2...1,5 рази при розтиску із-за самогальмування. Це є недоліком цих патронів, який запропоновано ліквідувати зміною гідравлічної схеми, що значно зменшує початкове тертя в рухомих елементах і, як наслідок, зменшує тиск живлення вдвічі і більше.

Запропоновано один із способів стабілізації сили затиску в затискних патронах типу Coro Grip завдяки компенсації відцентрових сил $P_{ок}$ [6] за рахунок використання кульок 1 (рис. 2, а), які розташовані між кришкою 3 і рухомою конічною втулкою 2 з торцем, виконаним конічним з кутом β .

У верстатах, де відсутня можливість використовувати гідропривід для затиску-розтиску безпосередньо в робочій зоні, можливо зберегти традиційний затиск-розтиск, але для цього замість цанги із несамогальмуючим конусом $\alpha = 12^\circ\text{--}15^\circ$, при забезпеченні точності базування і затиску пропонується використовувати пружну конічну втулку 2 з наскрізним гвинтовим пазом різного кроку (рис. 2, б).

Для токарних і шліфувальних верстатів на основі системно-морфологічного підходу [5, 10] виконаний структурний синтез високошвидкісних затискних патронів (ВШЗП) з побудовою морфологічних таблиць і матриць, де обрані наступні основні ознаки: 1. Об'єкт затиску. 2. Тип приводу затиску. 3. Силовий контур патрона. 4–6. Структура патрона (корпус, затискний елемент, урівноважуючий елемент, передавально-підсилююча ланка). 7–9. Зв'язки затискного елемента і передавально-підсилюючої ланки. 10, 11. Способи компенсації відцентрових сил і зняття напружень корпуса патрона. Синтезовані нові ВШЗП на рівні винаходів, серед яких, наприклад, зображений на рис. 3.



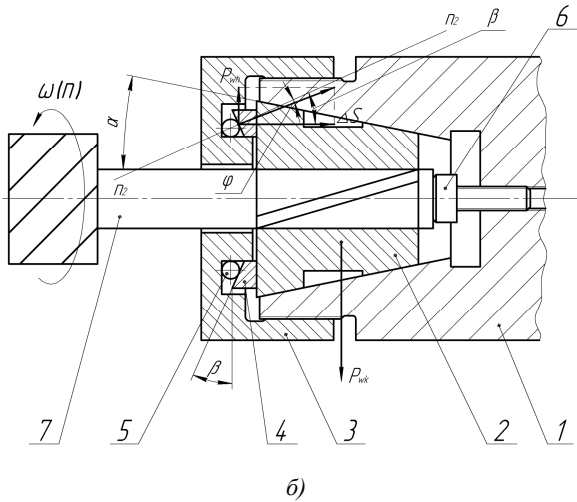


Рис. 2. Високошвидкісні інструментальні затискні патрони з компенсацією відцентрових сил кульками: а – удосконалений гідромеханічний Coro Grip (патент України № 73045); б – з пружною втулкою, яка має наскрізний гвинтовий паз різного кроку (заявка на корисну модель України № U20070459, позитивне рішення від 20.06.2007)

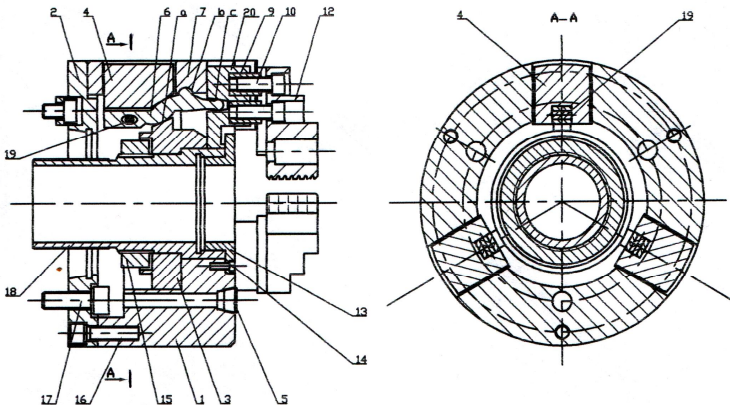


Рис. 3. Клиноважільний кулачковий ВШЗП з компенсацією відцентрових сил по патенту України № 74683: 1 – корпус; 2 – клин; 4 – вантаж; 6 –

важіль; 12 – затискний кулачок; 15 – гайка;
18 – тяга; 19 – вісь

З використанням диференціально-морфологічного методу синтезовані принципово нові високоточні цангові патрони (ВЦП) фланцевого типу [7], один з варіантів яких зображений на рис. 4.

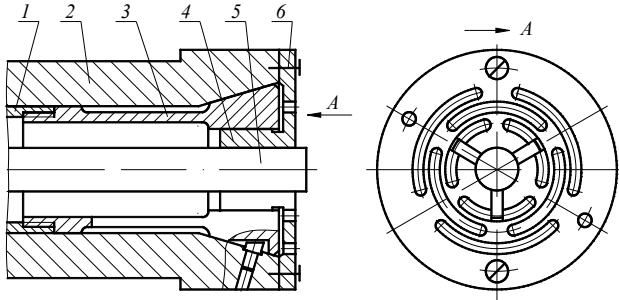


Рис. 4. Високоточний цанговий патрон для багатопиндельних токарних автоматів: 1 – труба затиску; 2 – шпиндель; 3 – затискна цанга; 4 – проміжна цанга з пружним фланцем; 5 – пруток; 6 – гвинт

Такі ВЦП, в порівнянні із стандартними цангами, забезпечують високу осьову (відтягування до 0,03...0,05 мм) і радіальну (радіальне биття до 0,05...0,13 мм) точність затиску прутка.

Для високошвидкісної обробки полігональних поверхонь запропонований новий спосіб, пристрій і інструмент, які можна реалізувати на різних токарних верстатах і автоматах з мінімальними витратами на модернізацію і використанням методу кінематичного налагодження (а. с. НРБ № 47221 і патент України № 40164А) [8] (рис. 5).

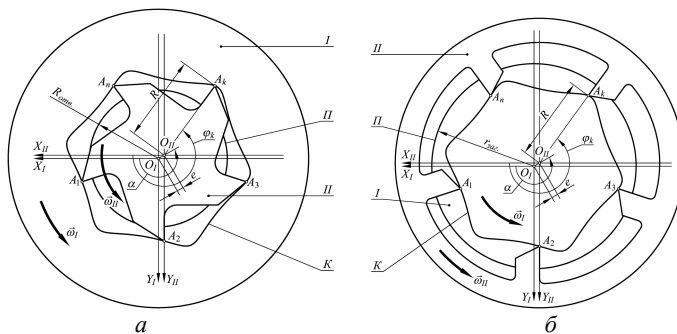


Рис. 5. Схеми способів обробки внутрішніх (а) і зовнішніх (б) полігональних поверхонь методом кінематичного налагодження:

I – заготовка; *II* – інструмент; *II* – попередньо оброблена поверхня; *K* – кінцева поверхня

Для механоскладального виробництва, виконання ремонтних робіт, в побуті і медицині запропоновані широкодіапазонні клинові свердильні (КСП) і ексцентрикові свердильно-фрезерувальні (ЕСФП) патрони (рис. 6) [1], які за технічними показниками не тільки не поступають аналогічним патронам провідних фірм (Röm, Bosch, Forkardt та ін.), але і перевищують їх при помірній ціні.

Всі запропоновані нові рішення цільових механізмів, в тому числі високоточних, самоналаджувальних, широкодіапазонних, швидкопереналаджувальних і багатофункціональних затискних механізмів, і верстатного оснащення [1, 5, 6], досліджені теоретично в статиці і динаміці, а випробування в лабораторних і виробничих умовах підтвердили ефективність їх використання.



Рис. 6. Самозатискні клинові свердлильні (КСП)
і ексцентрикові свердлильно-фрезерні (ЕСФП) патрони

Висновок. Отже, тільки спільними зусиллями науки і виробництва, використовуючи новітні технології, при державній підтримці можливо відродити вітчизняне верстатобудування і зробити його конкурентоспроможним за аналогією з такими країнами, як Тайвань, бо підростає в Україні молода генерація, озброєна високими знаннями і здібностями, готова приймати нестандартні рішення, яких зараз якраз не вистачає. Серцевина машинобудування України повинна отримати нове дихання, а інакше – кінець довгоочікуваної незалежності.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Агрегатно-модульне технологічне обладнання: В 3-х ч. / За ред. Ю.М. Кузнецова. – Кіровоград: Імекс ЛТД, 2004. – Ч. I. – 442 с.; Ч. II. – 286 с.; Ч. III. – 507 с.
2. *Афонин В.Л. и др.* Обработкающее оборудование нового поколения. Концепция проектирования. – М.: Машиностроение, 2001. – 256 с.
3. Интегрированные технологии ускоренного прототипирования и изготовления: Монография / Под ред. Л.Л. ТОВАЖНЯНСКОГО, А.И. ГРАБЧЕНКО. – Харьков: ОАО "Модель Вселенной", 2002. – 140 с.
4. *Крижанівський В.А., Кузнецов Ю.М., Валявський І.А., Склярів Р.А.* Технологічне обладнання з паралельною кінематикою / За ред. Ю.М. Кузнецова. – Кіровоград: Імекс ЛТД, 2004. – 449 с.
5. *Кузнецов Ю.Н.* Принципы создания технологической оснастки для высокоскоростной обработки на металлорежущих станках // Доклад на Международной юбилейной научной конференции, Пловдив, Болгария, 10.11.2006.
6. *Кузнецов Ю.М., Гуменюк О.А., Рудковський А.М., Хасан Аль Дабас.* Принципи створення інструментальних патронів для високошвидкісної обробки // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. – Вип. 17. – Кіровоград, 2006. – С. 134–141.
7. *Кузнецов Ю.Н., Неделчева П.М.* Системно-морфологический подход при синтезе высокоточных цанговых патронов

- фланцевого типа // Збірник наукових праць Кіровоградського державного технічного університету. – Кіровоград, 2004. – № 14. – С. 177–187.
8. *Кузнєцов Ю.М., Самойленко О.В.* Полігональні поверхні в машинобудуванні та нові способи їх обробки // Вестник Национального технического университета Украины "Киевский политехнический институт". Серия "Машиностроение". – 2001. – № 41. – С. 38–46.
 9. *Кузнєцов Ю.М.* Світові тенденції і перспективи розвитку верстатобудування в Україні // Збірник наукових праць за матеріалами науково-методичної конференції "Проблеми фізико-математичної і технічної освіти і науки в Україні в контексті євроінтеграції" ("Вища освіта - 2006"). – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2007. – С. 45–55.
 10. *Кузнєцов Ю.Н., Эль-Дахаби Фарук В.* Системно-морфологический подход при синтезе высокоскоростных зажимных патронов // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: Праці КНТУ. – Кіровоград, 2004. – № 15. – С. 388–398.
 11. *Суслов А.Г., Бушуев В.В., Гречишников В.А., Смоленцев В.П.* Энциклопедия. Технологи России (машиностроение). Т. 1. Технология машиностроения, станки и инструменты / Под общ. ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение-1, 2006. – 412 с.
 12. *Суслов А.Г.* Прогноз развития машиностроения на ближайшие 20 лет // Мир техники и технологий. – 2006. – № 11. – С. 12–13.

КУЗНЄЦОВ Юрій Миколайович – доктор технічних наук, професор Національного технічного університету України "КПІ".

Наукові інтереси:

– новітні технології;

– проектування верстатних систем.

Подано 21.06.2007