

І.І. Юрчишин, Я.М. Литвиняк, О.П. Хаврак
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра технології машинобудування

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАШИНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА КОМПЛЕКСНИМ ВПРОВАДЖЕННЯМ СИСТЕМ ПРОЕКТУВАННЯ МОДУЛЬНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ

© Юрчишин І.І., Литвиняк Я.М., Хаврак О.П., 2013

Запропоновано методологію комплексного розроблення модульного переналаджувального технологічного оснащення з використанням сучасних програмних комплексів автоматизованого проектування.

This paper is devoted to the methodology of module re-adjusting technological rigging complex development with the using of modern programmatic complexes of the automated planning.

Постановка проблеми. Сучасне машинобудівне виробництво характеризується високим рівнем автоматизації та гнучкості завдяки застосовуваному на різних етапах виготовлення продукції устаткуванню з ЧПК і системам автоматизованого проектування (САПР). Для скорочення витрат на технологічну підготовку дрібно- та середньосерійного виробництва (яким, по суті, є вітчизняний машинобудівний комплекс) все ширше застосовується модульне технологічне оснащення – переналаджувальні верстатні пристрої багаторазового використання. До цієї групи засобів технологічного оснащення (ЗТО) належать універсально-складальні пристрої (УЗП) різного виконання.

Технічна й економічна обґрунтованість застосування УЗП пояснюється тим, що цикл складання УЗП з окремих елементів за часом у 40–50 разів і за працемісткістю у 10–15 разів менший за тривалість проектування та виготовлення спеціальних верстатних пристроїв. Крім того, елементи УЗП характеризуються високим ступенем обіговості, оскільки кожен такий елемент застосовується у різних компонуваннях УЗП від 60 до 100 разів. Термін служби основних елементів УЗП сягає 12–15 років, що, окрім іншого, також істотно впливає на зменшення вартості компонувань УЗП та собівартості виробу загалом [1]. Можна стверджувати, що застосування системи УЗП у 2–3 рази скорочує терміни технологічної підготовки виробництва нового виробу, забезпечує економію матеріалів, зменшує кількість одиниць ЗТО, складських приміщень. Незважаючи на високу вартість комплектів УЗП, первинні витрати на їх придбання окупуваються протягом одного року їх експлуатації, оскільки сумарні витрати, пов'язані з експлуатацією УЗП, становлять близько 5 % від праце-місткості виготовлення замінюваних ними ЗТО.

Своєю чергою, можна констатувати, що вітчизняне інструментальне виробництво істотно відстало від європейських та світових інструментальних підприємств машинобудівної галузі. Наприклад, підприємства України, які спеціалізуються на металообробленні, поступаються США за технологічною оснащеністю робочого місця у 4 рази, при цьому інструментальне виробництво підприємств США розвивається у пропорції 3,9 : 1 до основного, а в Україні – у пропорції 0,05 : 1 [2]. Це відбувається, незважаючи на величезні витрати на проектування та виготовлення ЗТО, які досягли 8 – 15 % від собівартості валової продукції галузевого машинобудування, а в абсолютних показниках – 10 млн. нормо-годин і понад 25 тис. т якісної сталі [2].

Традиційно результатом проектування ЗТО є комплект креслень, які відображають двовимірне подання в дійсності просторового компонування ЗТО. При цьому як аналоги використовуються загальні види раніше розробленого оснащення: різноманітні альбоми, довідники тощо.

Це знижує продуктивність процесу проектування і призводить до працемісткого доопрацювання конструкції пристрою на етапі його складання.

Виробничий досвід показує, що основний напрямок підвищення якості ЗТО та зниження пов'язаних із цим видів витрат у технологічній підготовці виробництва виробів полягає у застосуванні систем комп'ютерного інтерактивного проектування компонувань ЗТО з нормалізованих (уніфікованих) деталей і вузлів. Інформаційні технології проектування модульного ЗТО, створеного, наприклад, на основі комплектів УЗП, повинна забезпечувати можливість швидкого синтезу конструктивних варіантів ЗТО, відповідно до сформульованого технічного завдання із застосуванням різних процедур, зокрема пошуку у базі даних конструкцій аналогів, якісний контроль компонування (перевірки спряжень деталей, перегляд компонування у різних положеннях тощо), документування (оформлення, за необхідності, складальних креслень, специфікацій, схем складання, нормування тощо). Необхідно також зауважити, що ефективність роботи конструктора технологічного оснащення підприємства залежить від тієї обставини, що багато елементів УЗП, які входять у певні серії (8-ма, 12-та чи 16-та серії), відрізняються за однакової конфігурації своїми розмірами. Фактично необмежені можливості для виконання усіх вказаних завдань надають сучасні інтегровані системи тривимірного моделювання з можливістю параметризації (CAD-системи).

Аналіз останніх досліджень. Впровадження сучасних інформаційних технологій є одним з ключових чинників підвищення продуктивності роботи технологів, конструкторів інструментальних служб машинобудівних підприємств [3]. Це насамперед передбачає створення єдиних систем автоматизованого розроблення конструкторської, технологічної і виробничо-технічної документації, зменшення існуючого її розмаїття і дублювання, широкого використання корпоративних інформаційно-пошукових систем (баз даних).

Проте сьогодні на абсолютній більшості вітчизняних підприємств автоматизація процесів розроблення та документування ЗТО обмежується використанням “електронних кульманів” – САПР 2D-проектування (AutoCAD, КОМПАС-График, T-Flex тощо). Крім того, серйозною проблемою є відсутність єдиних впорядкованих електронних архівів документації конструкторського і технологічного характеру (складальні креслення, специфікації та деталювання ЗТО, особливо УЗП).

Останніми роками поширення набуває використання спеціалізованих комплексів САПР компонувань ЗТО та розроблення відповідної конструкторсько-технологічної документації – САФД (computer-aided fixture design) [4]. Основними розробниками САФД-систем є наукові лабораторії США, Китаю тощо, які спеціалізуються на створенні систем оснащення для операцій механічного оброблення, складання, зварювання, штампування. Однак підвищення якісних показників застосування систем може бути істотно підвищене, а для вітчизняних підприємств – полегшена процедура їх впровадження, завдяки певній формалізації процесу розроблення та предмета, на створення якого спрямоване застосування таких технологій. За наявності на підприємстві розроблених класифікаторів ЗТО використання таких систем істотно прискорює бізнес-процеси технологічної підготовки виробництва, усуває проблеми пошуку необхідної інформації та дублювання типових рішень, створює передумови для комплексної автоматизації праці усіх інженерних служб підприємства.

Формулювання мети досліджень. Розробити підходи щодо підвищення ефективності застосування інформаційних технологій у технологічній підготовці виробництва під час використання систем модульного технологічного оснащення.

Виклад основного матеріалу. Скорочення витрат часу на проектування та виготовлення ЗТО, що становить 80–90 % від часу, відведеного на технологічну підготовку виробництва, можливе насамперед завдяки автоматизації процесів, пов'язаних із проектуванням УЗП за рахунок розроблення і корпоративного використання САФД-систем. Ці системи доцільно використовувати для виконання таких завдань:

- визначення функціональних поверхонь заготовки та вибір відповідних функціональних елементів УЗП з бази даних;

- компонування УЗП з числа вибраних елементів (рис. 1);
- аналіз компонувань за критеріями точності встановлення заготовки, жорсткості конструкції УЗП, ергономічності роботи тощо;
- розроблення конструкторської документації (складальне креслення, специфікація, схема складання, технологічне налагодження тощо).

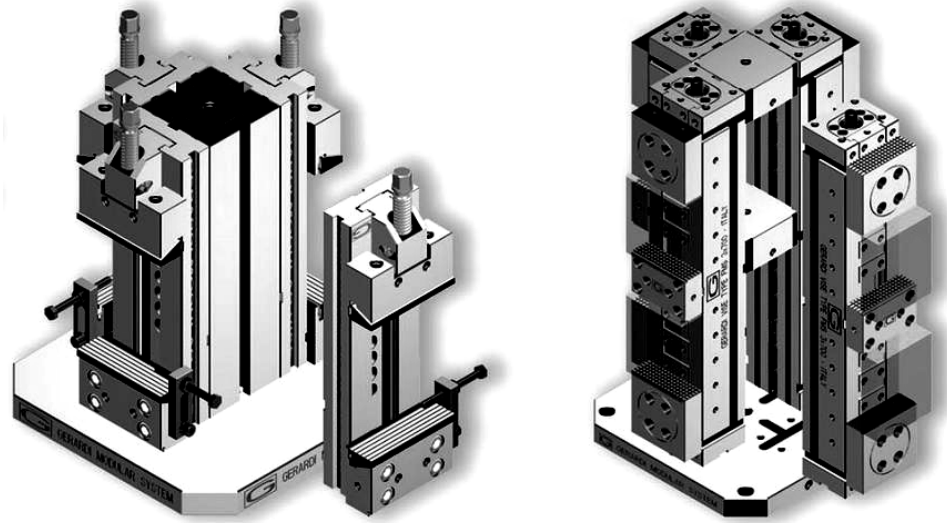


Рис. 1. Приклади компонувань модульних переналагоджувальних пристроїв (компанія Gerardi, Італія)

Максимально ефективне застосування САFD-систем для їх використання у процесах технологічної підготовки виробництва можливе лише за умов розроблення методології їх застосування та адаптації до умов конкретного підприємства, зокрема:

- впровадження математичного апарата для багатокритеріального вибору найвигідніших компонувань УЗП з числа конкуруючих варіантів;
- формування бібліотеки функціональних елементів на основі системи агрегування та модульного компонування УЗП;
- визначення та оцінювання похибок, які виникають внаслідок пружних деформацій елементів УЗП під дією сил різання з врахуванням динамічних характеристик завдяки кінцевоелементному аналізу (системи класу CAE);
- спільне використання САFD-системи і модуля розмірного аналізу 3D-моделей компонувань для розрахунку похибки виготовлення функціональних елементів;
- розроблення 3D-анімацій процесів складання та налагодження пристроїв з метою зменшення витрат часу на монтаж УЗП;
- застосування автоматизованих систем оцінки собівартості виготовлення УЗП;
- визначення технічно-обґрунтованої потреби підприємства в УЗП та оптимальної структури комплекту УЗП за функціональними групами залежно від виду технологічної операції для мінімізації капітальних витрат.

На кафедрі технології машинобудування Національного університету “Львівська політехніка” виконується комплекс досліджень щодо узагальнення передового досвіду використання модульного технологічного оснащення та створення основних засад з розроблення та використання САFD-систем для металообробки та інформаційного забезпечення їх функціональності. Основними шляхами при цьому є:

1. Узагальнення, класифікація та створення системи кодування основних елементів системи ВПД – металорізальних верстатів за типами та технологічною функціональністю верстатних пристроїв, технологічного оснащення для контролю виробів, металорізальних та допоміжних інструментів, типів оброблюваних деталей. Фрагмент бібліотеки типових деталей показано на рис. 2.

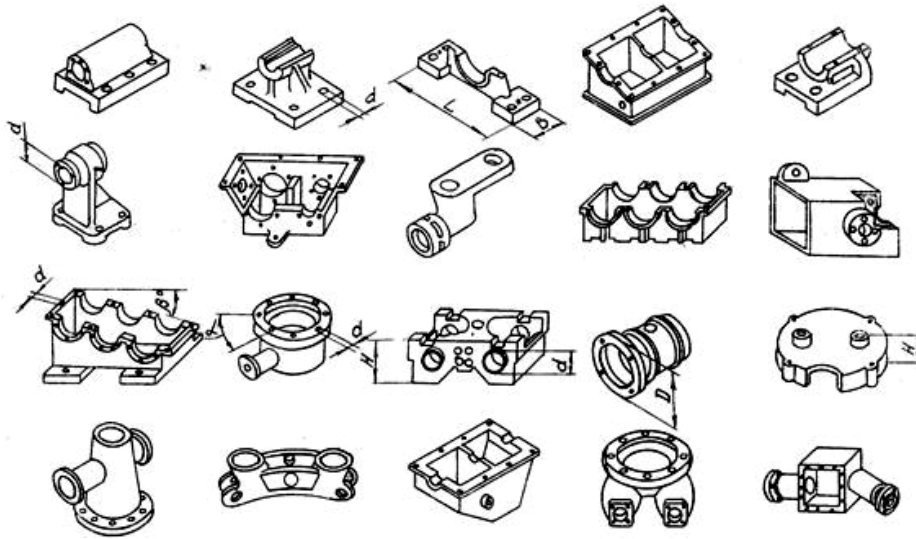


Рис. 2. Фрагмент бібліотеки типових деталей для кодування (корпусні деталі)

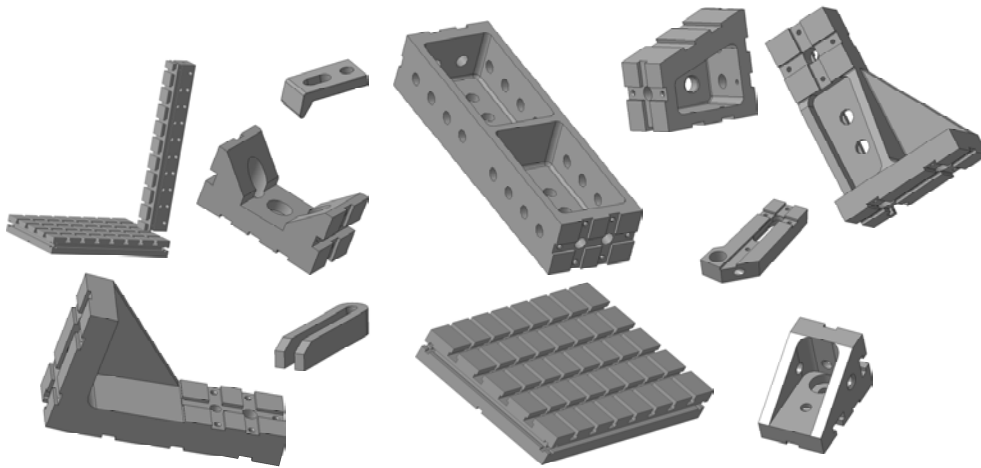


Рис. 3. Фрагмент 3D-бібліотеки елементів УЗП

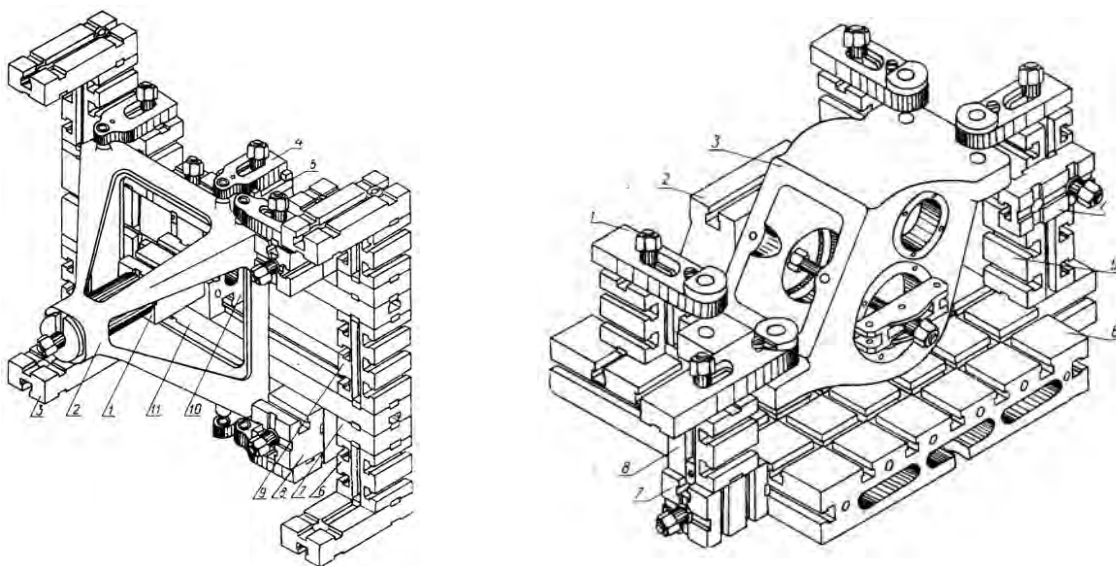


Рис. 4. Фрагмент 3D-бібліотеки УЗП для оброблення типових деталей (використання бібліотеки на етапі оформлення конструкторської документації)

2. Створення параметризованих бібліотек 3D-моделей деталей комплектів модульного технологічного оснащення (зокрема, УЗП) (деталі – базові, корпусні, напрямні, притискувальні, кріпильні, складальні одиниці тощо). Фрагмент бібліотеки показано на рис. 3.

3. Створення 3D-бібліотек загальних видів і компонувань УЗП за типами оброблюваних деталей (фрагмент бібліотеки показано на рис. 4);

4. Розроблення методології використання CAFD-систем в єдиних комплексах інженерної підготовки виробництва (CAD /CAE / CAFD /CAM / CAPP /PDM / PLM).

5. Розроблення інтегрованих навчальних курсів та проведення підготовки майбутніх фахівців у галузі технологічної підготовки виробництва (курсів проекти, кваліфікаційні роботи).

6. Розроблення навчальних курсів та проведення підготовки (перепідготовки) інженерно-технічних працівників підприємств.

Висновки:

1. Застосування систем модульного оснащення (зокрема, УЗП) – оптимальний шлях підвищення рівня уніфікації технологічного оснащення, який забезпечує зменшення термінів та вартості його проектування і виготовлення, уможливорює вдосконалити і підвищити гнучкість технологічної підготовки виробництва.

2. Раціональне практичне застосування систем модульного оснащення можливе завдяки комплексному поєднанню сучасних інформаційних технологій з підготовкою фахівців для проектування технологічного оснащення.

1. Технологическая оснастка многократного применения / В.Д. Бирюков, В.М. Дьяконов, А.И. Егоров и др.; под ред. Д.И. Полякова. – М.: Машиностроение, 1981. – 404 с. 2. Котов А.С. Переналаживаемая технологическая оснастка для механосборочного производства: сб. науч. тр. “Вестник НТУ “ХПИ” “Технології в машинобудуванні”. – 2009. – С.31–37. 3. Юрчишин І.І., Органіста Т.Ю. Модель комплексної автоматизації інженерної підготовки виробництва ДП “Завод “Полімер-Електрон”” / Вісник Нац. ун-ту „Львівська політехніка” “Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні”. – 2012. – Вип. 746:– С. 117–120. 4. Іванов В.О., Карпусь В.Є. Сучасні CAFD-системи у машинобудуванні та перспективи розвитку // Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво: тези доп. Десятої Всеукр. молодіжної наук.-техн. конф. 26–30 жовтня 2010 р. – Суми: СумДУ. – С. 62–64.