

Юрчишин І.І., Литвиняк Я.М., Хаврак О.П.
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., 2017

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.

У статті запропоновано методологію комплексного розроблення модульного переналагоджувального технологічного оснащення з використанням сучасних програмних комплексів автоматизованого проектування.

Постановка проблеми. Сучасне машинобудівне виробництво характеризується високим рівнем автоматизації та гнучкості завдяки застосовуваним 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 – переналагоджувані верстатні пристрої багаторазового використання. До цієї групи засобів технологічного оснащення (ЗТО) відносяться універсально-збірні 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 працездатністю у 10-15 разів менший за тривалість проектування та виготовлення спеціальних верстатних пристроїв. Крім цього, елементи УЗП характеризуються високим ступенем обіговості, оскільки кожен такий елемент застосовується у різних компоновках УЗП від 60 до 100 разів. Термін служби основних елементів УЗП досягає 12–15 років, що, окрім іншого, також суттєво впливає на зменшення вартості компоновки УЗП та собівартості виробу загалом [1]. Загалом можна стверджувати, що застосування системи УЗП у 2–3 рази скорочує терміни технологічної підготовки виробництва нового виробу, забезпечує економію матеріалів, зменшення кількості одиниць ЗТО, складських приміщень. Не дивлячись на високу вартість комплектів УЗП, первинні витрати на їх придбання окупуються протягом одного року їх експлуатації, оскільки сумарні витрати, пов'язані з експлуатацією УЗП, складають близько 5% працездатності виготовлення замінюваних ними ЗТО.

У свою чергу сьогодні можна констатувати той факт, що вітчизняне інструментальне виробництво суттєво відстало від європейських та світових інструментальних підприємств машинобудівної галузі. До прикладу, 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, не дивлячись на величезні витрати на проектування та виготовлення ЗТО, які досягли 8–15% 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 двомірне представлення в дійсності просторового компоновання ЗТО. При цьому як аналоги використовуються загальні види раніше розробленого оснащення, різноманітні альбоми, довідники тощо. Це знижує продуктивність процесу проектування і призводить до працездатного 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 компоновань 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 компоновання (перевірки спряжень деталей, перегляд компоновання у різних положеннях тощо), документування (оформлення, за необхідності, складальних креслень, специфікацій, схем складання, нормування тощо). Слід також зауважити, що ефективність роботи конструктора технологічного оснащення підприємства залежить від тієї обставини, що багато елементів УЗП, які входять у певні серії (8-а, 12-а чи 16-а серії), відрізняються за однакової конфігурації своїми розмірами. Фактично необмежені можливості для вирішення усіх вказаних задач надають сучасні інтегровані системи тривимірного моделювання з можливістю параметризації (CAD-системи).

Аналіз останніх досліджень. Впровадження сучасних інформаційних технологій є одним з ключових факторів 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, широко 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 цього, 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 компоновань 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 суттєво підвищеною, а для вітчизняних підприємств – полегшена процедура їх впровадження, завдяки певній формалізації процесу розроблення та предмету, на створення якого спрямоване застосування таких технологій. За наявності на підприємстві розроблених класифікаторів ЗТО, використання таких систем суттєво 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. Розроблення підходів для підвищення ефективності застосування інформаційних технологій у технологічній підготовці виробництва при використанні систем модульного технологічного оснащення.

Викладення основного матеріалу. Скорочення значних 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 САFD-систем. Ці системи доцільно використовувати для вирішення таких завдань:

- визначення функціональних поверхонь заготовки та вибір відповідних функціональних елементів УЗП з бази даних;
- компоновання УЗП з числа вибраних елементів (рис. 1);
- аналіз компоновань за критеріями точності встановлення заготовки, жорсткості конструкції УЗП, ергономічності роботи тощо;
- розроблення конструкторської документації (складальне креслення, специфікація, схема складання, технологічне налагодження тощо).

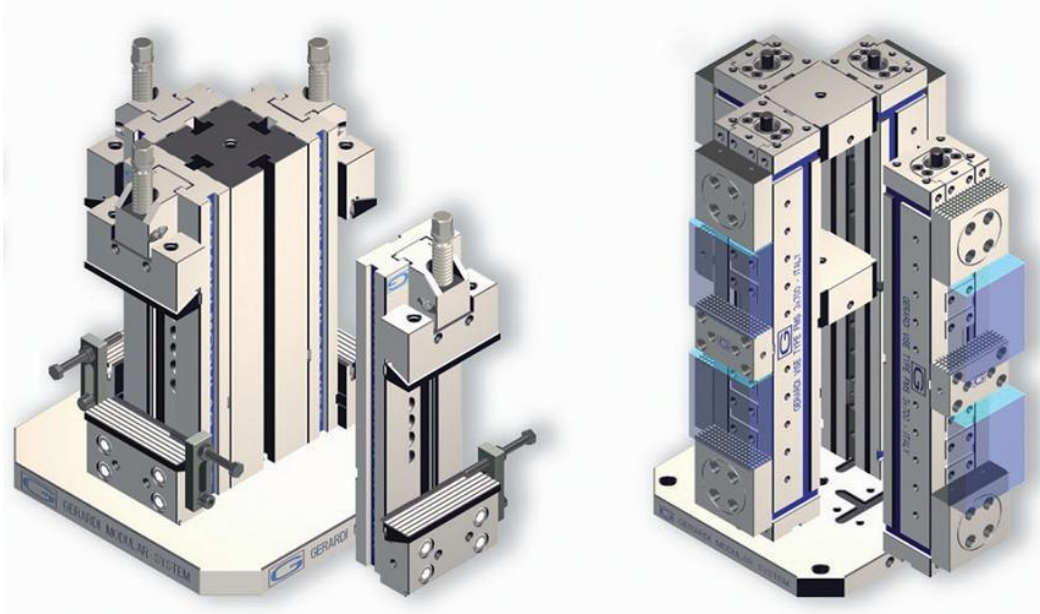


Рис. 1. Приклади компоновань модульних переналаджувальних пристроїв (компанія Gerardi, Італія)

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

- впровадження математичного апарату для багатокритеріального вибору найвигідніших компоновань УЗП з числа конкуруючих варіантів;
- формування бібліотеки функціональних елементів на основі системи агрегування та модульного компоновання 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 компоновань 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 комплексу УЗП за функціональними групами залежно від виду технологічної операції для мінімізації капітальних витрат.

На кафедрі «Технологія машинобудування» Національного університету «Львівська політехніка» виконується комплекс досліджень щодо узагальнення передового досвіду використання модульного технологічного оснащення та створенню основних засад з розроблення й використання САFD-систем для металооброблення та інформаційного забезпечення їх функціональності. Основними шляхами при цьому визначено:

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 наведено на рис. 2.

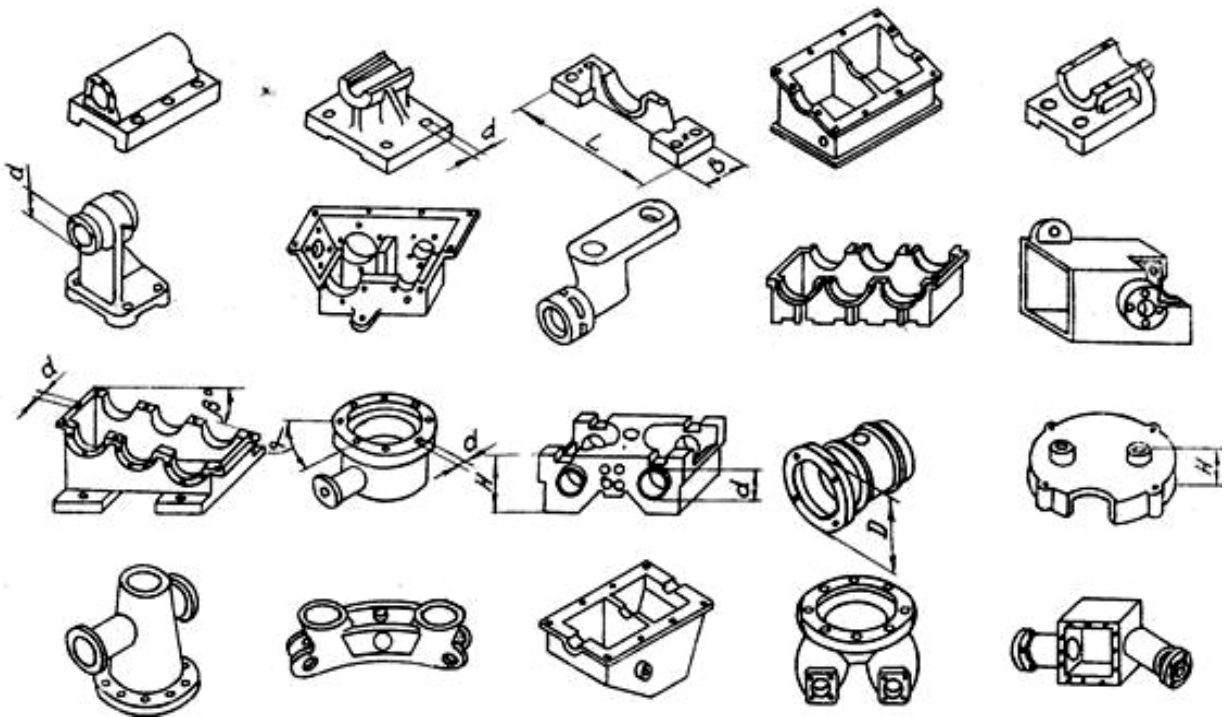


Рис. 2. Фрагмент бібліотеки типових деталей для кодування (корпусні деталі)

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

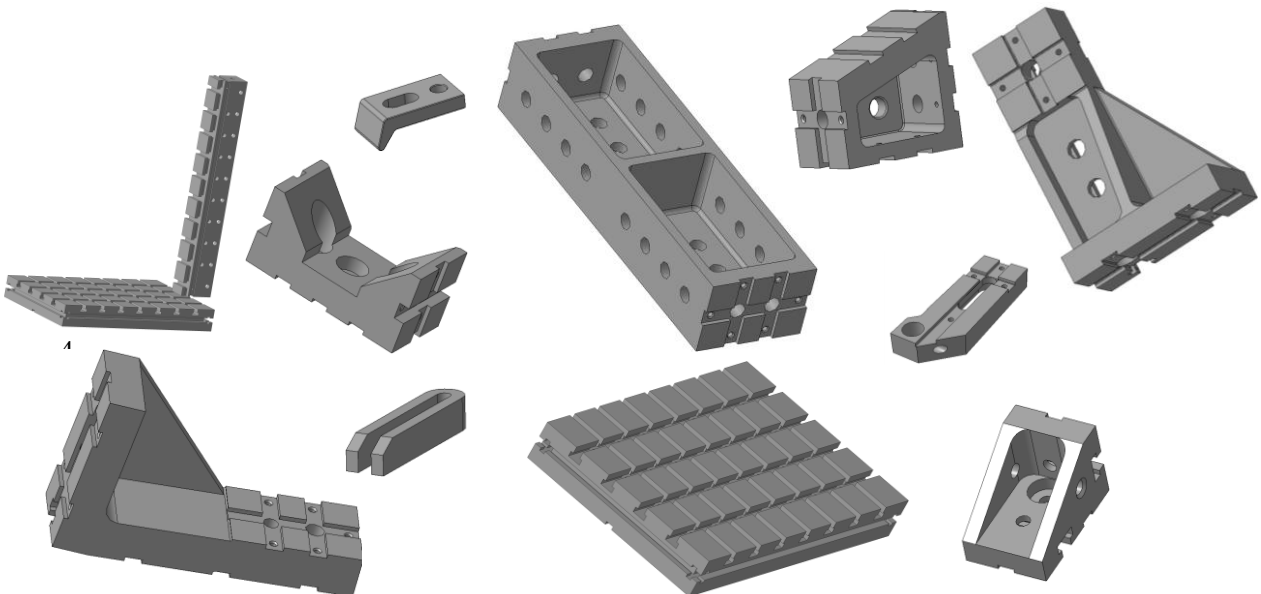
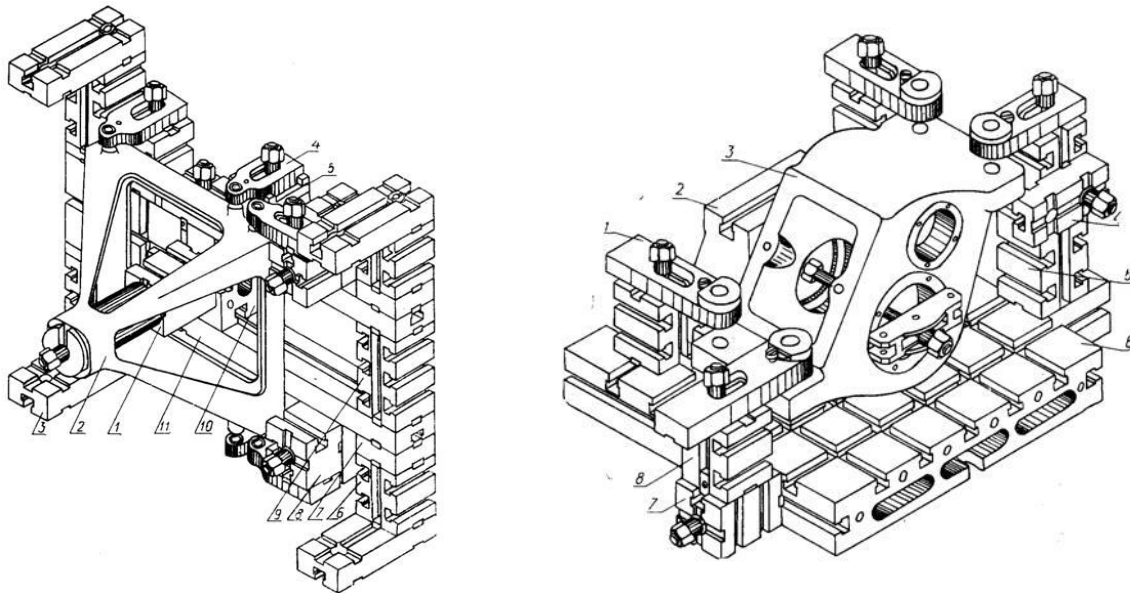


Рис. 3. Фрагмент 3D-бібліотеки елементів УЗП

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

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



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

5. Розроблення інтегрованих навчальних курсів та проведення підготовки майбутніх фахівців в 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, дозволяє вдосконалити і підвищити гнучкість технологічної підготовки виробництва.

2. Рациональне 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. – Москва: Машиностроение, 1981. – 404 с. 2. Котов А.С. Переналаживаемая технологическая оснастка для механосборочного производства / Сборник научных трудов «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”, 2012. – Вип. 746: «Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні». – С. 117-120. 4. Иванов В.О., В.О.Карпусь В.Є. Сучасні САFD-системи у машинобудуванні та перспективи розвитку // Машинобудування України очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво: тези доповідей Десятої всеукраїнської молодіжної науково-технічної конференції. 26–30 жовтня 2010 р., Суми: СумДУ. – С. 62-64.