УДК 621.94:62.001.2

М.Маркович, І.Вар'ян
Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ФОРМУВАННЯ КОМПОЗИЦІЇ ДВОШПИНДЕЛЬНОГО ФРОНТАЛЬНОГО ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА З ЧПК

Основою створення гармонійної цілості металорізальних верстатів та верстатних систем є формування їх композиції. Розширення технологічних можливостей верстата сприяє до збільшенню кількості зон обробки і їх довільному розташуванню у просторі. Ц естворює ряд особливостей при формуванні композиції конструкції верстата. Композиційні рішення верстата стають багатоваріантними. Це стосується й двошпиндельних фронтальних токарних автоматів. Запропоновано підхід до визначення композиційного центру. Вироблено алгоритм формування композиції двошпиндельного фронтального верстата за однією з восьмох пропорцій Евкліда. Подано сформовану композицію верстата.

Проектування металорізальних верстатів як складної системи, що є, за своєю суттю, невизначеною і багатоваріантною [1], супроводжується формуванням гармонійної цілості форми верстата, тобто форми, що виникає в результаті підпорядкування всіх частин цілому [2, 3]. Процес створення високоорганізованої композиції послідовний та ітераційний. Послідовність передбачає певну черговість у створенні форми верстата, а ітераційність – коректування композиційних рішень, отриманих на попередніх етапах художнього конструювання на основі результатів, отриманих на наступних етапах формування композиції верстата.

Основними засобами композиції при створенні гармонійної цілості конструкції верстата, як відомо [2, 3], є пропорції, масштаб, метричний повтор, ритмічний порядок, тотожність, нюанс, контраст. Ці властивості обов'язкові для всіх типів металорізальних верстатних систем. Значущість кожної властивості змінна, і її вагомість визначається не тільки типом і видом верстата, але й конструктивними особливостями у межах даного виду, що пов'язані з змінами та доповненнями в конструкції, викликаними впливом різноманітних факторів, у тому числі й розширенням технологічних можливостей верстатів [4, 5]. Наприклад, різноманітне розташування супортів у просторі одно- і двошпиндельних фронтальних токарних верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК), а власне горизонтальне, нахилене, вертикальне приводить до змін у конструкції, а отже й компонуванні верстата.

Основою створення високоорганізованої композиції конструкції верстата служить композиційний центр [1, 2]. Виділення композиційного центру в металорізальному верстаті дозволяє найбільш повно розкрити суть і функціональне призначення його конструкції. Таким композиційним центром конструкції верстата є, як правило, робоча зона, тобто зона обробки, в якій відбувається взаємодія різального інструменту та заготовки. У металорізальному верстаті можливі інші композиційні центри, які не зв'язані жорстко з конструктивним вирішенням верстатів (наприклад, для системи керування верстатом це фасадний бік панелі пульта). Існуюча тенденція переходу до багатошпиндельних верстатів з ЧПК з індивідуальними приводами лінійних і кутових переміщень створює декілька робочих зон обробки, які не завжди можна об'єднати в один спільний робочий простір, а отже, сформувати композиційний центр у загальноприйнятому підході. Тут жодна з робочих зон не стає композиційним центром, але їх сукупність його визначає. Це стосується й фронтальних токарних верстатів з декількома шпиндельними вузлами і супортними групами. Тому виникає необхідність досліджувати та розробляти алгоритм формування композиції металорізальних верстатів з декількома робочими зонами обробки, жодна з яких не збігається з композиційним центром верстата, що і є метою даної розробки, яка розкривається на прикладі двошпиндельного фронтального токарного верстата з ЧПК.

Формувати композицію форми конструкції верстата можна з вибору композиційного центру і дальшого встановлення решти композиційних елементів або композиційний центр конструкції металорізальної системи виявляти в результаті членування форми верстата. Масштабні співвідношення конструкції верстата шукають, як відомо [1, 2], двома способами. При першому на моделі й графічно створюється масштабна характеристика, що відповідає просторовим габаритним параметрам верстата, які задаються завчасно. Другий спосіб передбачає задання елементів форми, характеру членування, відповідно до якимх встановлюються раціональні, а можливо оптимальні розміри верстата. Останній відповідає послідовно-паралельному алгоритмові конструювання верстата з незначною кількістю ітераційних процесів, що вказує на його гнучкість, а отже перевагу і доцільність. Проте він потребує чіткої взаємодії конструктора й дизайнера впродовж всього циклу проектування верстата, що не завжди означає прийняття раціонального рішення. Попереднє визначення конструктором габаритів верстата допускає більшу вільність у творчому пошуку дизайнера.

Алгоритм формування композиції верстата має цілий ряд етапів, що відображаються у блок-схемі (Рис. 1). Представлений алгоритм відповідає побудові композиції двошпиндельного фронтального токарного верстата з ЧПК. У початкових умовах (блок 1) знаходять відображення тип і вид верстата та конструктивні особливості розташування модулів у просторі, тобто задається об’ємно-просторова структура композиції верстата. Якщо допускається багатоваріантність, то виділяється змінна частина факторів впливу на композицію верстата. Так, у двошпиндельному фронтальному токарному верстаті до змінних конструктивних факторів належить просторове розташування шпиндельних і супортних блоків (горизонтальне, кутове, вертикальне). До початкових умов належить і вибір гармонійної пропорції Евкліда [3]. Одне або декілька жорстких обмежень зменшують невизначеність у формуванні композиції верстата, проте це не завжди дозволяє отримати раціональний варіант композиції. Використання інформаційних технологій у формуванні дизайну верстатів дозволяє створювати гаму верстатів з різноманітними базовими основами побудови їх рядів.

При формуванні композиції двошпиндельного фронтального токарного верстата (рис. 1) за основу взято одну з вісьмох гармонійних пропорцій Евкліда. Побудова композиції (блок 2) розпочинається з вибору вісі симетрії, якщо передбачається симетрична форма верстата. Вісь симетрії проходить через композиційний центр, що, в даному випадку, не збігається з центром робочих зон. На основі вісі симетрії будується квадрат зі стороною ***c***, тобто формується центральна композиційна площина (зона розташування шпиндельних модулів). Величина ***c*** визначається висотою конструктивної частини верстата.

На базі композиційної площини будується статичний прямокутник (блок 3), а саме формується його сторона ***a***. З центрів вершин квадрата O_1 і O_2, радіусами r_1, що дорівнюють діагоналям, проводять позначки на продовженні горизонтальної лінії O_1O_2. Отриманий прямокутник зі сторонами ***a*** і ***c*** побудовано на відношенні функції золотого перетину, або просто функції. Пропорція цієї композиції становить $\left(\sqrt{5}-1\right)/2$. Перевірка правильності побудови гармонійної композиції основних елементів верстата (блок 4) грунтується на визначенні співвідношення, що відображає середню геометричну величину, а саме менша сторона великого прямокутника є більшою стороною меншого прямокутника: $AB/BC=BC/BD$.

Далі уточнюють положення композиційного центру. Він знаходиться на перетині продовжень діагоналей малих прямокутників (блоки 4...6), отриманих як надбудову до конструктивної висоти верстата. Через композиційний центр проводять горизонталь – лінію, з центрами зон обробки, а також шпинделів з патронами (блок 7). На перетині продовжень діагоналей малих прямокутників з бічними сторонами квадрата отримують точки N_1 і N_2.

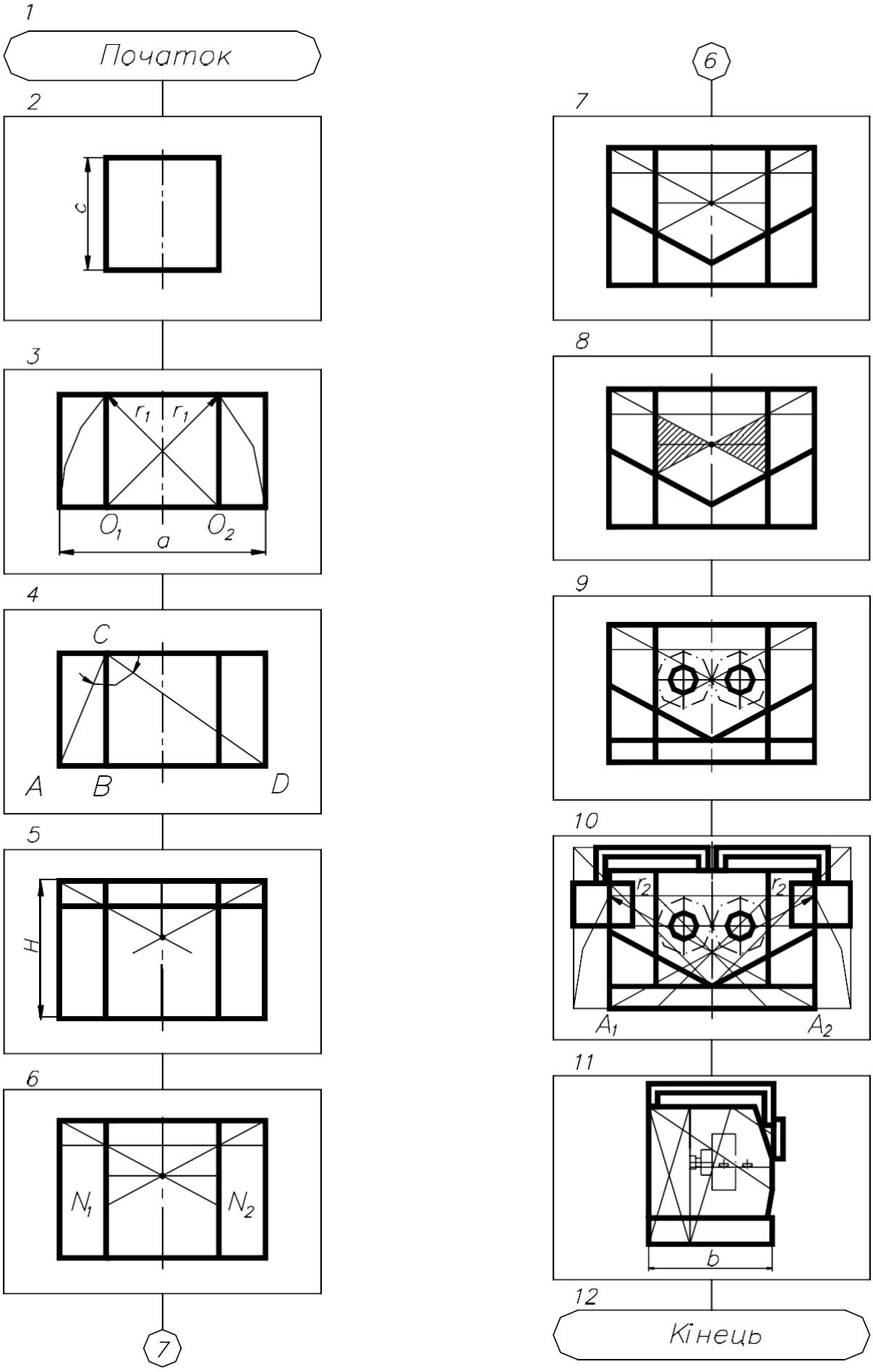

Рис. 1. Алгоритм побудови композиції фронтального токарного двошпиндельного верстата

Паралельно до діагоналей малих прямокутників та через точки N_1 і N_2 проводять площини напрямних верстата (блоки 8, 9). На цих напрямних знаходяться рухомі супортні модулі верстата. Перетин продовжень діагоналей малих прямокутників з бічними сторонами квадрата формують площини розташування зон обробки (заштрихована область, блок 9), а отжеі патронів верстата (блок 10).

Перетин напрямних на вісі симетрії утворює точку, що визначає висоту станини (блоки 9, 10).

З урахуванням ергономічних вимог до обслуговування верстата формуються пульти системи керування (блок 11). Радіусами r_2 з центром у точках A_1 та A_2. проводять дуги до перетину з продовженням основи станини. Вертикальна лінія при цьому формує зовнішню вертикальну сторону пульта. Горизонтальна лінія, що утворює нижній рівень пульта керування, проходить через композиційний центр. Усі вертикальні лінії будують методом статичного прямокутника. Верхня площина пульта керування не виходить за межі висоти верстата. Паралельно до діагоналей квадрата з точки перетину напрямних проводяться лінії до перетину з вертикальними лініями, що є продовженням зовнішніх бічних сторін. Проведена через точки перетину горизонталь формує граничну висоту розміщення рухомих частин пультів керування.

Профільна проекція верстата (блок 12) будується на основі фронтальної проекції з використанням описаних методів побудови композиції. Лінія зламу та висота оглядового вікна формують профіль верстата.

Сформована композиція двошпиндельного фронтального токарного верстата з ЧПК (Рис. 2) є одним з можливих варіантів, що не претендує на раціональне рішення. Для цього необхідно отримати інші варіанти, і на основі критеріїв аналізу вибрати оптимальний.

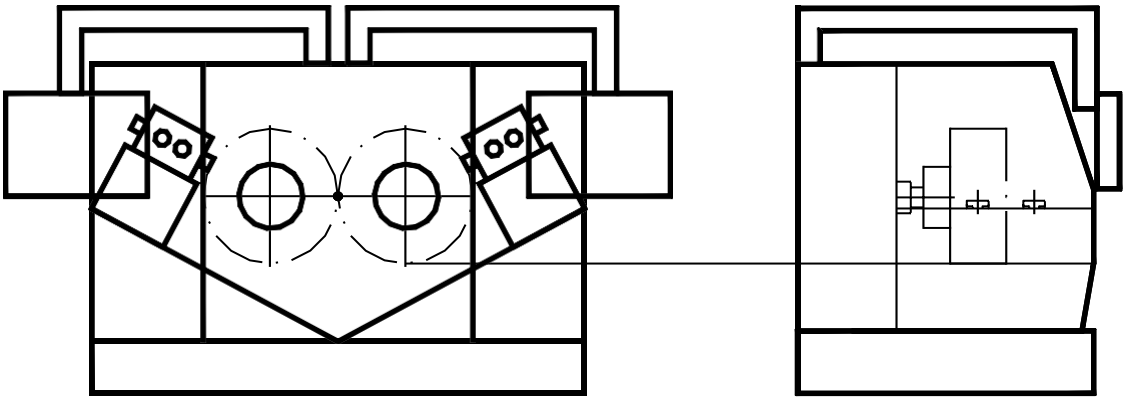

Рис. 2. Композиція верстата: фронтальна та профільна проекції

Отже, формування композиції металорізального верстата відповідно до функції золотого перетину дозволяє досягнути повної гармонії між функціональним призначенням верстата, його конструктивним рішенням, процесом виготовлення та експлуатаційними умовами. Поданий алгоритм побудови і вибору раціональної композиції верстата розкриває порядок і технологію процесу формування композиції. Розглянуто ряд конструктивних факторів, що впливають на композиційне рішення, до них належать основні композиційні властивості та об’ємно-просторова структура верстата.

By creation base of harmonious integrity of metal-cutting machine-tools and machine-tools systems there is forming of their composition. Expansion of technological machine-tool possibilities brings about augmentation of amount of treatment zones and their arbitrary disposition in space. This lays on a row of peculiarities on forming of machine-tool construction composition. The composition machine-tool decisions become many-versions. This pertains to and two-spindles of frontal turning automatic machine-tools. Offered approach

to determination of composition centre. Developed a composition forming algorithm two-spindles of frontal machine-tool for one of eight Evklid's proportions. Represented a formed machine-tool composition.

Література

1. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник – учебник. В 3-х т. Т.1: Проектирование станков / А.С.Проников, О.И.Аверьянов, Ю.С.Аполлонов и др.; Под ред. А.С.Проникова.–М.: Машиностроение, 1994.– 444 с.
2. Сомов Ю.С. Композиция в технике. – М.: Машиностроение, 1987. – 288 с.
3. Шпара П.Е. Техническая эстетика и основы художественного конструирования. – К.: Вища школа, 1978. – 264 с.
4. Справочник по технологии резания металлов / Под ред. Г.Шпура и Т.Штеферле. – М.: Машиностроение, 1985. – 616 с.
5. Маркович М.Й. Формування композицій токарних верстатів при розширенні та зміні їх технологічних можливостей // Матеріали п'ятої наукової конференції Тернопільського державного технічного університету імені Івана Пулюя. – Тернопіль: ТДТУ, 2001. – С. 56.

Одержано 09.07.2001 р.