

Ю.Н. Кузнецов, д-р техн. наук
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»

НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ СТАНКОВ С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ КИНЕМАТИКОЙ

Запропоновано принципи нової концепції, яка містить генетико-морфологічний підхід, застосування каркасно-оболонкових конструкцій несучих систем, агрегатно-модульне проектування та виготовлення, використання перспективних інформаційних технологій та інтелектуальних комп'ютерних систем.

Offered basic principles of new conception, which contains genetic-morphological approach, application of framework-theoretical constructions of the bearing systems, aggregate-module planning and making, use of perspective information technologies and intellectual computer systems.

Введение

Одной из современных тенденций развития мирового станкостроения является применение новых компоновок металлорежущих станков и их узлов, в частности, с использованием шарнирных механизмов параллельной структуры (МПС) [1, 3] и мехатронных компонентов (механики, электроники и электротехники), что позволяет существенно упростить кинематику и облегчить конструкцию станка, создавать оптимальные условия для скоростной и прецизионной обработки резанием, реализовать агрегатно-модульный принцип.

В данном направлении на кафедре конструирования станков и машин Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт» сформировалась научная школа, занимающаяся вопросами структурного, кинематического, кинетостатического и динамического анализа МПС и упруго-напряженного состояния несущих систем станков нового поколения.

В отличие от сложившейся мировой практики создания станков с параллельной кинематикой предложена новая концепция, включающая следующие основные особенности:

1. Генетико-морфологический принцип (генетический подход [6] к описанию эволюции развития, синтезу и прогнозированию технических систем и системно-морфологический [4] подход к строению, классификации и синтезу технических систем).
2. Применение каркасных и оболочечных систем [1], что удачно применяется в аэрокосмической технике.
3. Агрегатно-модульный принцип компоновок [2, 4].
4. Использование перспективных информационных технологий и интеллектуальных компьютерных систем [5].

Как при эволюции любой биологической системы существует пять генетических операторов синтеза, так и в технических системах [6], к которым относятся станки и их механизмы, присущи эти операторы, а именно: репликация — размножение исходной структуры сохранением соответствующей совокупности её признаков (много-

позиционность и многоинструментальность); скрещивание — образование структур со смешанной генетической информацией (гибридизация); инверсия — размещение двух элементов структуры в обратном порядке (зеркальность и симметричность); кроссинговер — обмен отдельных дискретных генетических участков, между которыми возможен обмен генетической информации (перекрест); мутация — изменения в структуре геометрических фигур компоновки, которые не учитываются операторами репликации, скрещивания и кроссинговера (скачкообразные формоизменения).

В сочетании с генетическими операторами для синтеза компоновок станков, выбора формы исполнения несущей системы и размещения исполнительных органов могут применяться геометрические преобразования в виде условных «хромосом».

Процесс оптимального проектирования станка как технической системы является сложным, многоуровневым, многокритериальными в многосвязной области, начиная от идеи (принцип действия) и заканчивая техническим решением в виде конструкции с оптимальными параметрами. Поэтому для таких задач предлагается использовать многоуровневый морфологический анализ, создающий огромное поле поиска в виде области множества станков, механизмов, узлов и деталей с вариантами их исполнения (морфологические модели) подобно множеству разнообразных живых существ со своими генетическими кодами.

Основные результаты исследования

Для создания нового поколения станков с минимальными затратами из теории генетического синтеза выбран один из наиболее распространенных операторов — скрещивание с использованием, как минимум, двух компоновок с разной генетической информацией — традиционной (последовательная кинематика) и современной (параллельная кинематика), что дает гибридные компоновки со своими кодами — морфологическими формулами (рис. 1).

В качестве примера реализации генетико-морфологического принципа на рис. 2 показан самый простой многоцелевой токарный станок одного таксона с инструментальной системой типа «паук», созданной из модулей и МПС типа «гексаглайд» (6 штанг постоянной длины), который планируется изготовить на базе токарного станка с ЧПУ традиционной компоновки с минимальными затратами.

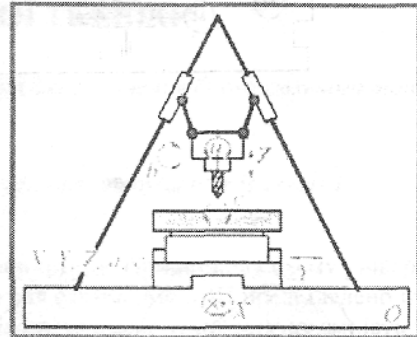
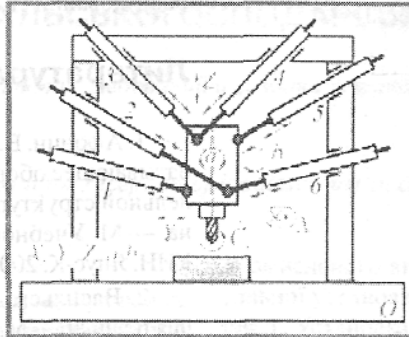
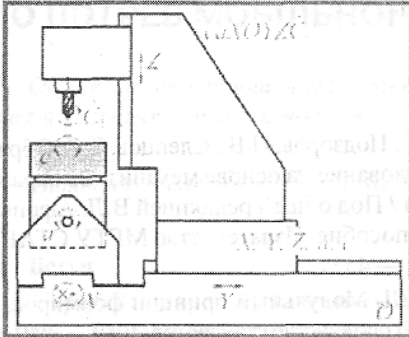
Стремление улучшить показатели точности позиционирования исполнительного органа, динамики, жесткости конструкции и снизить металлоемкость станков сверлильно-фрезерной группы реализовано рядом каркасных компоновок станков с МПС с укороченными штангами постоянной длины (рис. 3).

Компоновки

1 - Традиционная

2 - СПК-гексапод модели 6X фирмы MICROMAT (Германия)

3 - Гибридная (НТУУ "КПИ". Украина) (2.2-3.2-4.1-5.2)^(6.1-7.1-8.8-9.1)^(10.5-11.6)



Структурные схемы

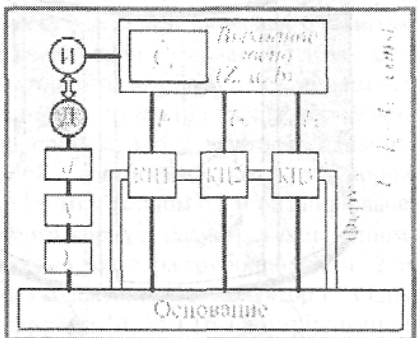
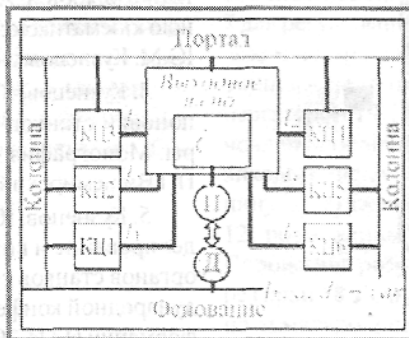
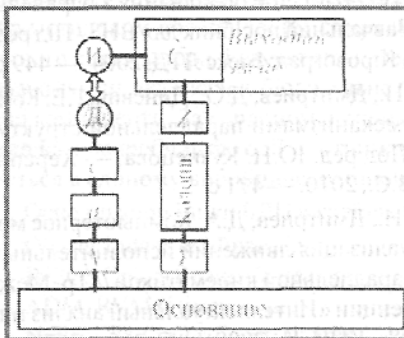


Рис. 1. Сравнение трех концепций станков сверлильно-фрезерной группы и соответствующих им структурных схем.

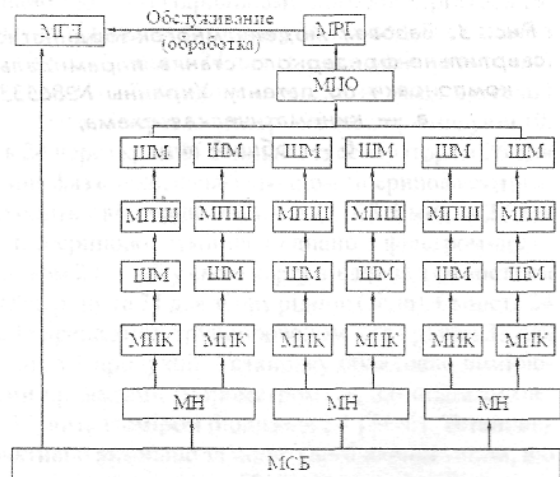
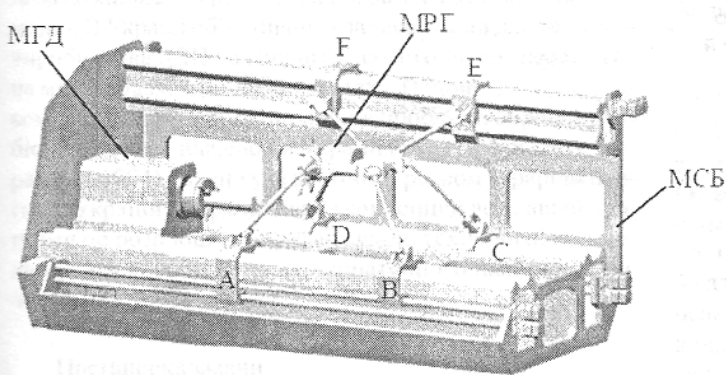
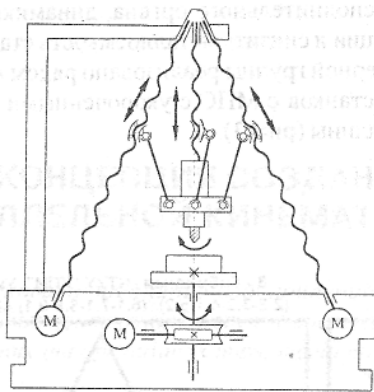
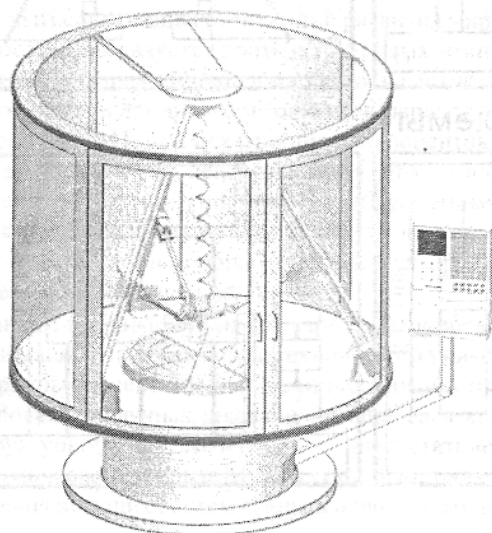


Рис. 2. Базовая модель токарного многоцелевого станка одного таксона с инструментальной системой типа «паук» на базе гексаглайда (а) и набором модулей (б) по патенту Украины №27808.



а



б

Рис. 3. Базовая модель многокоординатного сверлильно-фрезерного станка пирамидальной компоновки по патенту Украины №86533:

а — кинематическая схема;

б — общий вид.

Геометрия многогранников позволяет обеспечить жесткость упругой пространственной системы конструктивно, а не металлоемким повышением сопротивления поперечных сечений кинематических звеньев станины. Наиболее перспективным с точки зрения жесткости и симметрии форм по двум осям являются предложенные и запатентованные компоновки на основе n -гранной пирамиды с общей вершиной, клиновидной формы с перемычкой, каркасно-оболочечной формы типа «шатер», «купол» и др. [4].

Предложенная концепция позволяет расширить область применения МПС в различном технологическом оборудовании [1, 3].

Литература

1. Афонин, В.Л., Подзоров, П.В., Слепцов, В.В. Обрабатывающее оборудование на основе механизмов параллельной структуры / Под общей редакцией В.Л. Афонина. — М: Учебное пособие. Издательство МГТУ СТАНКИН, Янус-К, 2006. — 452 с.
2. Васильев, А.Л. Модульный принцип формирования техники. — М.: Издательство стандартов, 1989. — 240 с.
3. Крижаніський, В.А., Кузнецов, Ю.М., Валявський, І.А., Склярів, Р.А. Технологічне обладнання з паралельною кінематикою: Навчальний посібник для ВНЗ / Під ред. Ю.М. Кузнецова. — Кіровоград: Імекс ЛТД, 2004. — 449 с.
4. Кузнецов, Ю.Н., Дмитриев, Д.О., Диневич, Г.Е. Компоновки станков с механизмами параллельной структуры. Монография / Под ред. Ю.Н. Кузнецова. — Херсон: ПП Вишемирский В.С., 2010. — 471 с.
5. Кузнецов, Ю.Н., Дмитриев, Д.А. Компьютерное моделирование и визуализация движений исполнительных органов станков с параллельной кинематикой // Тр. Международной конференции «Интеллектуальный анализ информации ИАИ-2008», КПИ, К., 2008. — С. 265—267.
6. Шинкаренко, В.Ф., Основы теории эволюции электротехнических систем. — К.: Наукова думка, 2002. — 288 с.

Надійшла 26.08.2010 р.