

без необходимости создания физических прототипов. Например, в судостроении цифровые двойники помогают оптимизировать конструкции корпусов, снижая гидродинамическое сопротивление и повышая топливную эффективность [3].

Будущие перспективы

Внедрение новых материалов и цифровых технологий требует значительных инвестиций и изменений в подходах к производству. Однако ожидается, что в ближайшие десятилетия эти инновации приведут к значительному снижению затрат на производство, повышению надежности техники и расширению возможностей машиностроения [1].

Комплексное применение аддитивного производства и новых материалов позволит создавать уникальные конструкции, недоступные при традиционных методах производства. Например, NASA уже использует 3D-печать для создания деталей ракетных двигателей, что снижает их вес и затраты на запуск [3].

Развитие искусственного интеллекта приведет к появлению полностью автономных производственных систем. В будущем заводы смогут работать без вмешательства человека, а роботизированные комплексы будут самостоятельно оптимизировать производство в режиме реального времени [2]. Это откроет новые горизонты для малых и средних предприятий, снижая барьеры для выхода на рынок высокотехнологичной продукции.

Таким образом, интеграция передовых материалов и цифровых технологий является ключевым фактором будущего развития машиностроения. Их внедрение позволит не только повысить производительность, но и создать экологически безопасные и экономически эффективные решения для различных отраслей промышленности.

Список использованных источников

1. Еремеева, Ж. В., Андреева, А. В. Материалы в современном машиностроении. – М.: ЛитРес, 2021. – 320 с.
2. Селиванов, С. Г. Инновационное проектирование цифрового производства в машиностроении. – М.: ЛитРес, 2022. – 280 с.
3. Копылов, Ю. Р. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения. – 2-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2020. – 352 с.

УДК 621.7

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КОМПОНЕТИКИ ДЛЯ СИНТЕЗА КООРДИНАТНЫХ КОМПОНОВОК КОМПАКТНОЙ УСТАНОВКИ УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Курочкин В. Г., маг., Ковчур А. С., доц., Климентьев А. Л., ст. преп.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрен подход к выбору координатной компоновки потребительской компактной установки универсального назначения, позволяющей реализовать различные методы обработки плоской поверхности.

Ключевые слова: установка универсального назначения, компонетика, координатная компоновка, структурная формула, фрезерно-гравировальная установка, лазерная установка, 3D-принтер.

Реализация концепции прямого цифрового производства подразумевает использование таких технологических методов производства конечных изделий, которые позволяют получить изделие непосредственно на основе его электронной пространственной модели (3D-модели).

Используемые в настоящее время для получения изделий на основе 3D-моделей технологические установки можно в некоторой мере условно разделить на промышленные

(масштабируемые, предназначенные для эксплуатации в рамках централизованного производства) и потребительские (предназначенные для персонального применения и изготовления изделий ограниченных размеров).

Подобные потребительские установки, как правило, являются компактными и представляют собой некую платформу, которая может быть оснащена производящими модулями, реализующими субтрактивную или аддитивную технологию производства. Данные потребительские установки могут быть использованы конечными потребителями как для персонального использования, так и для оказания услуг в рамках малого предпринимательства.

Анализ компоновочных решений рассматриваемых установок целесообразно проводить на основе методологии компонентики, предложенной Ю. Д. Враговым [1] для анализа структуры компоновок металлорежущих станков. При этом для формализации анализа компоновочных решений рассматриваемых установок можно использовать структурные формулы компоновок.

Структурная формула компоновки представляет собой определенную буквенно-цифровую последовательность символов, обозначающих блоки компоновки, и формализует описание координатной компоновки.

Для обозначения осей координат и координатных движений в структурных формулах с целью обеспечения единообразия описания целесообразно использовать рекомендации стандарта ISO 841:2001 Industrial automation systems and integration. Numerical control of machines. Coordinate system and motion nomenclature.

Одним из наиболее распространенных решений в области потребительских компактных установок на базе технологии фрезерования является фрезерно-гравировальная установка типа CNC3018 [1], рисунок 1. Компоновочная схема установки CNC3018 предусматривает подвижный стол изделия с реализацией продольного перемещения вдоль горизонтальной оси Y , неподвижный портал, на котором реализовано перемещение поперечной каретки вдоль горизонтальной оси X , а также ограниченное вертикальное перемещение каретки фрезерного модуля вдоль оси Z .

В соответствии с названной методологией структурная формула для фрезерно-гравировальной установки будет иметь вид

$$YOXZC_v,$$

где Y – координатное перемещение стола изделия; O – базовая несущая система (станина); X , Z – координатные перемещения фрезерного модуля; C_v – вращение шпинделя фрезерного модуля.



Рисунок 2 – Компактная лазерная установка [2]

CNC 3018

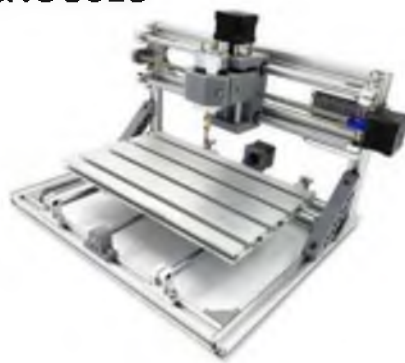


Рисунок 1 – Фрезерно-гравировальная установка CNC 3018 [2]

Компоновочная схема распространенных лазерных установок (рис. 2) предусматривает подвижный лазерный модуль с перемещением в горизонтальной плоскости по оси Y и по оси X . Также предусмотрена возможность вертикального перемещения лазерного модуля вдоль оси Z , реализующее движение настройки и обеспечивающее возможность настройки фокусного расстояния до поверхности изделия.

Используя аналогичный подход, структурная формула лазерного станка будет иметь вид

$$OXYzL,$$

где O – базовая несущая система (станина рамной конструкции); X , Y – координатные перемещения лазерного модуля; z – вспомогательное (для настройки фокусного расстояния) вертикальное перемещение

лазерного модуля; L – лазерный модуль.

В качестве примера установки, реализующей одну из наиболее распространённых и доступных аддитивных технологий – FFF(FDM)-технологию, можно выбрать 3D-принтера Creality Ender-3 (рис. 3).

Структурная формула для данной модели будет иметь вид

$$Y O X Z C,$$

где Y – координатное перемещение стола изделия, O – базовая несущая система, Z , X – координатные перемещения производящего модуля, C – вращение привода подачи материала производящего модуля.

Анализ структурных формул рассмотренных примеров потребительских компактных установок на базе различных технологий позволяет говорить об общих принципах, лежащих в основе принятых компоновочных решений.

Исходя из количества и вида необходимых движений для реализации технологического назначения установки можно составить возможные варианты структурных формул. Анализом полученных вариантов структурных формул с учётом особенностей и ограничений по реализации в компоновке установки можно получить набор компоновочных решений компактной установки универсального назначения с рекомендациями по области их применения.

Таким образом инструментарий на базе структурных формул, раскрывающих координатную принадлежность и способ сопряжения блоков, может быть использован как для анализа существующих решений, так и для проектирования и кастомизации аналогичных по назначению установок.



Рисунок 3 – 3D-принтер
Creality Ender-3 [3]

Список использованных источников

1. Врагов, Ю. Д. Анализ компоновок металлорежущих станков (Основы компонетики). – М.: Машиностроение, 1978. – 208 с.
2. МИНИ ЧПУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minichpu.ru/products>. – Дата доступа: 25.03.2025.
3. Ender-3 3D Printer / Shenzhen Creality 3D Technology Co., Ltd. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.creality.com/products/ender-3-3d-printer>. – Дата доступа: 25.03.2025.