

УДК 621:658:512

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТАНОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

М. Л. Хейфец, Н. Л. Грецкий

Институт прикладной физики НАН Беларуси, г. Минск

Проведен комплексный анализ проектирования обрабатывающего оборудования.

Ключевые слова: станочные комплексы, информационные технологии, гибридное производство.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF MACHINE-TOOL COMPLEXES TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

M. L. Kheifets, N. L. Gretskey

Institute of Applied Physics, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk

A comprehensive analysis of the design of machining equipment was conducted.

Keywords: machine-tool complexes, information technology, hybrid manufacturing.

Совокупность средств производства или производящих машин, включающих технологические, транспортные, энергетические и информационные машины, получила название технологических комплексов. Такие станочные комплексы автономно функционируют и с использованием программного управления, в установленных пределах значений, обеспечивают требуемые характеристики качества изделий [1–4]. Комплексы технологического станочного оборудования прошли в своем развитии ряд этапов. По сравнению с универсальным станочным оборудованием современное компьютерно-управляемое производство, использующее компоненты искусственного интеллекта, позволяет повысить эффективность оборудования в десятки раз при обеспечении все более возрастающих требований к качеству продукции [4].

Началом первого этапа развития технологических комплексов можно обозначить автоматизацию 1970-х гг. на основе числового программного управления. В постиндустриальных странах уже с середины 1980-х гг. наметился переход от обрабатывающих центров к гибким производственным системам с элементами интеллектуального производства [1]. Развитие средств микроэлектроники явилось базой для создания мехатронных систем, которые включают как электромеханическую, так и электронно-управляющую части. Мехатронные системы обеспечивают синергетическое объединение узлов точной механики с электротехническими, электронными и компьютерными компонентами с целью проектирования и производства качественно новых комплексов машин с интеллектуальным управлением их функциями. Новые этапы развития гибкой автоматизации производственных систем связаны прежде всего с предельной концентрацией средств производства и управления, а также с сокращением сроков конструирования, проектирования, технологической подготовки и изготовления изделий. В результате мехатронные технологические комплексы объединяются в гибридное компактное интеллектуальное производство (СІМ – Compact Intelligent Manufacture), базирующееся на сочетании различных интенсивных, в том числе и аддитивных технологий, прогрессивного технологического оборудования и интегрированной системы управления.

Современный уровень развития информационных технологий в промышленности обеспечил переход к использованию технологий создания, поддержки и применения единого информационного пространства во времени на всех этапах жизненного цикла продукции: от ее проектирования до эксплуатации и утилизации, т. е. к CALS-технологиям (Continuous Acquisition and Life-cycle Support). Единое информационное пространство позволяет интегрироваться разрозненным комплексам компактного производства в виртуальное предприятие, создаваемое из различных пространственно удаленных подразделений, которые обладают единой информационной ERP-системой (Enterprise Resource Planning) для использования в компьютерной поддержке этапов жизненного цикла продукции. После пространственно-временной интеграции производственных процессов и жизненного цикла изделий следуют этапы, обеспечивающие компактность производства на основе технологий аддитивного производства (AM – Additive Manufacturing). Аддитивные технологии синтеза композиционного материала и формообразования изделия обеспечивают высокую эффективность за счет сокращения длительности и количества производственно-технологических этапов жизненного цикла изделий. Анализ производства и адресной поставки кастомизированных изделий, с учетом внешней и внутренней логистики предприятий, можно дополнить прогнозом на ближайшее будущее, которое обусловлено новой парадигмой производства, связанной с промышленным интернетом вещей (IIoT – Industrial Internet of Things) и называемой «Индустрия 4.0». В основе зарождающихся этапов новой эпохи лежит массовая компьютеризация и глобализация интернета. Дальнейшее развитие производства прогнозируют на базе машинного обучения (ML – Machine Learning) и искусственного интеллекта (AI – Artificial Intelligence). Сочетание робототехники и 3D-печати на основе машинного обучения с интернетом вещей в глобальной сети и искусственным интеллектом уже сегодня позволяют создавать полностью автоматизированные производства.

Рассматривая комплекс технологического станочного оборудования с позиций компьютеризации производственной деятельности, его модули, узлы и детали следует проектировать как устройства компьютерной периферии, построенные по той же архитектуре, что и ЭВМ. Анализ процессов производства деталей без использования формообразующей оснастки (3D-печать), в зависимости от агрегатного состояния исходного материала, размерности потоков формообразующей среды и последовательности технологических операций [1, 4], позволяет в виде диаграммы структурных связей описывать совокупность методов прямого «выращивания» изделий. Диаграмма структурных связей представляет собой направленный замкнутый граф и описывает автомат с конечным числом состояний. Вершины графа изображают процессы создания изделий без формообразующей оснастки и представляют логические операции: трансляцию информации; движение потоков вещества и энергии; запуск и остановку автоматического цикла. Описание алгоритмами в соответствии с терминами логических операций процессов 3D-печати дает возможность по диаграмме структурных связей анализировать существующие и разрабатывать новые методы прямого «выращивания» изделий [1, 4]. Проведенный анализ методов прямого «выращивания» деталей машин показал особую перспективность разработки процессов послойного синтеза с управляемым формированием свойств материала потоками энергии. Организация обратных связей при управлении технологическим оборудованием через степени свободы инструментов, частиц наносимого материала и удаляемого слоя, посредством дополнительных воздействий потоками энергии, позволяет управлять устойчивостью процессов формирования поверхностного слоя. Поэтому с учетом контуров связей в технологической системе следует выбирать

системы числового программного управления и проектировать комплекс технологического оборудования как мехатронную систему [1–4].

Комплексный анализ проектирования обрабатывающего оборудования показал, что перспективы применения новых технологий, использующих искусственный интеллект, потоки энергии для интенсификации процессов обработки и модифицирования материалов, должны анализироваться на ранних стадиях проектирования. В этой связи предложено приступить к проектированию мехатронных систем станочных комплексов с анализа структурных связей информационных технологий в гибридном производстве, включающем как традиционные, так и аддитивные технологии, и использовать теплофизические и электрофизические критерии для изучения формирующихся связей в технологической системе.

Л и т е р а т у р а

1. Теоретические основы проектирования технологических комплексов / А. М. Русецкий, П. А. Витязь, М. Л. Хейфец [и др.] ; под общ. ред. А. М. Русецкого. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 239 с.
2. Конструирование и оснащение технологических комплексов / А. М. Русецкий, П. А. Витязь, М. Л. Хейфец [и др.] ; под общ. ред. А. М. Русецкого, П. А. Витязя, М. Л. Хейфеца. – Минск : Беларус. навука, 2014. – 316 с.
3. Автоматизация и управление в технологических комплексах / А. М. Русецкий, П. А. Витязь, М. Л. Хейфец [и др.] ; под общ. ред. А. М. Русецкого, П. А. Витязя, М. Л. Хейфеца. – Минск : Беларус. навука, 2014. – 375 с.
4. Обеспечение качества изделий в технологических комплексах / С. А. Чижик, П. А. Витязь, М. Л. Хейфец [и др.] ; под общ. ред. М. Л. Хейфеца. – Минск : Беларус. навука, 2019. – 248 с.

УДК 621.791:621.785

ОСВОЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ФТИ НАН БЕЛАРУСИ В ОАО «СтанкоГомель»

В. Г. Залесский, И. Л. Поболь, И. Ф. Чернейко

Физико-технический институт НАН Беларуси, г. Минск

Приведен анализ освоения инновационных технологий ФТИ НАН Беларуси в ОАО «СтанкоГомель».

Ключевые слова: инновационные технологии, электронно-лучевая сварка, магнитное воздействие, азотирование, повышение износостойкости.

DEVELOPMENT OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES AT THE PHYSICAL TECHNOLOGY INSTITUTE OF THE NAS OF BELARUS AT JSC “STANKOGOMEL”

V. G. Zalessky, I. L. Pobol, I. F. Cherneyko

*Physicotechnical Institute of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk*

An analysis of the development of innovative technologies at the Physical Technological Institute of the NAS of Belarus at JSC “StankoGomel” is conducted.

Keywords: innovative technologies, electron beam welding, magnetic treatment, nitriding, increased wear resistance.

Среди направлений научно-инновационной деятельности ФТИ НАН Беларуси особое место занимают исследования и разработки с использованием высокоэнерге-