

СЕКЦИЯ 1
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ.
МЕХАТРОНИКА, ТЕХНИЧЕСКИЕ
И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА
АВТОМАТИЗАЦИИ

УДК 621.9.014

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ МЕХАТРОННЫХ СТАНОЧНЫХ
КОМПЛЕКСОВ ГИБРИДНОГО ПРОИЗВОДСТВА

С. А. Чижик¹, М. Л. Хейфец², Н. Л. Грецкий², Б. М. Базров³

*¹Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова
НАН Беларуси, г. Минск*

²Институт прикладной физики НАН Беларуси, г. Минск

*³Институт машиноведения имени А. А. Благонравова РАН,
г. Москва, Российская Федерация*

Совокупность средств производства или производящих машин, включающих технологические, транспортные, энергетические и информационные машины, получила название технологических комплексов. Такие комплексы автономно функционируют и с использованием программного управления, в установленных пределах значений, обеспечивают требуемые характеристики качества изделий. Мехатронная система представляет собой единый комплекс электромеханических и электронных элементов и средств вычислительной техники, между которыми осуществляется непрерывный обмен энергией и информацией.

Функционально простую мехатронную систему технологического комплекса можно подразделить на следующие составные части: исполнительные устройства (объект управления и приводы), информационные устройства (датчики внутреннего состояния системы и датчики состояния внешней среды) и систему управления (компьютер и микропроцессоры). Взаимодействие между этими частями, реализующее прямые и обратные связи в системе, осуществляется через устройство сопряжения (интерфейс). Система управления включает аппаратные средства и программное обеспечение, которое управляет согласованной работой аппаратных средств и обеспечивает синхронизацию процессов сбора и обработки данных, поступающих от информационных устройств, с процессами, управляющими исполнительными устройствами.

При проектировании механической части технологического оборудования, используемого в традиционном и в перспективном производстве, применяются как известные, так и новые схемы формообразования и послойного синтеза изделий, а также интенсивные процессы модифицирования материалов концентрированными и распределенными потоками энергии.

Традиционно исходные данные для проектирования технологического оборудования содержат техническое задание конкретного заказчика, включающее только: 1) данные о материалах и готовых изделиях; 2) производительность оборудования; 3) характер и тип производства; 4) уровень автоматизации и встраиваемость в современное высокотехнологичное производство.

Последовательность проектирования технологического оборудования для производства традиционного типа включает укрупненные стадии, опирающиеся на расчетные схемы: 1) компоновка и выбор кинематической схемы; 2) модульное построение по ограниченному набору агрегатов и узлов; 3) выбор схемы и проведение прочностных расчетов; 4) выбор схемы и проведение динамических расчетов; 5) выбор термодинамической схемы и расчет температур; 6) точностные расчеты геометрических и кинематических связей; 7) расчеты надежности и долговечности с экономическим обоснованием ресурса; 8) анализ человеко-машинной системы, включающий охрану труда.

Расчет основных систем технологического оборудования производится по детализированным стадиям: 1) для несущих систем; 2) направляющих движений; 3) приводов движений и др. Проектирование основных систем технологического оборудования проводится по техническим требованиям, предъявляемым: механическим агрегатам, технологической оснастке и средствам автоматизации; системам смазки и охлаждения; электрооборудованию и программируемым системам; системам диагностики, с учетом техники безопасности и эргономики станка. В первую очередь при проектировании строятся схемы систем, с учетом ограничительных наборов агрегатов и узлов. Затем после структурного синтеза проводится параметрическая оптимизация, определяющая основные параметры систем технологического оборудования.

При формировании комплексов технологического оборудования для автоматизированного производства, использующего управление многочисленными приводами, концентрированными и распределенными потоками энергии, перечисленных стадий проектирования недостаточно. Связано это с тем, что требуется дополнительно рассматривать схемы модулей и определять параметры оборудования, описывающие подвод инструмента и распределение потоков энергии и материала.

Создание формы изделия в аддитивных технологиях происходит путем добавления материала с использованием источников энергии, в отличие от традиционных технологий механической обработки, основанных на удалении инструментом «лишнего» материала.

Широко применяемые в мировом производстве технологии позволяют заключить, что наиболее перспективно применение оборудования по наращиванию слоев и формообразованию поверхностей изделий, использующего различные сочетания материалов и источников энергии. Это, в свою очередь, ставит задачи распределения компонентов материалов и потоков энергии не только по заданному контуру или поверхности, но и по глубине от поверхности изделия, а также по характеру подачи материала и энергии.

Использование последовательностей критериев переноса для анализа процессов образования структуры материала многократно сокращает объем экспериментальных исследований технологии по формированию поверхностного слоя при термомеханической и электрофизической обработке. Критерии тепломассопереноса устанавливают последовательность структурообразования в обрабатываемом материале при увеличении мощности воздействий. Критерии, характеризующие потоки энергии, при электрофизической обработке оказывают влияние на последовательность поверхностных явлений и определяют процесс формирования свойств материала.

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 прямых и обратных связей в технологической системе, следует

выбирать системы числового программного управления и проектировать комплекс технологического оборудования как мехатронную систему. Рассматривая комплекс технологического 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-печати), в зависимости от агрегатного состояния исходного материала, размерности потоков формообразующей среды и последовательности технологических операций, позволяет в виде структурной диаграммы связей описывать совокупность методов «выращивания» изделий.

Структурная диаграмма связей представляет собой направленный замкнутый граф и описывает автомат с конечным числом состояний. Вершины графа изображают процессы создания деталей 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 по структурной диаграмме связей дает возможность анализировать существующие и разрабатывать новые методы прямого «выращивания» изделий.

Анализ стадий и этапов проектирования технологического оборудования и мировых тенденций развития технологических комплексов показывает, что в Республике Беларусь станкостроение за последние 30 лет не развивалось должными темпами (утраченными после 80-х гг. прошлого века), а ставка делалась на приобретение зарубежных образцов оборудования ведущих фирм или станков и средств оснащения дешевого массового производства. В этой связи научное сопровождение отечественного станкостроения и оснащения оборудования ЧПУ становится крайне необходимым и носит как фундаментальный, так и поисковый характер. Такие вопросы под силу решать только совместными усилиями академической, отраслевой и вузовской науки.

Л и т е р а т у р а

1. Теоретические основы проектирования технологических комплексов / А. М. Русецкий [и др.] ; под общ. ред. А. М. Русецкого. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 239 с.
2. Ящерицын, П. И. Основы проектирования технологических комплексов в машиностроении : монография / П. И. Ящерицын, Л. М. Акулович, М. Л. Хейфиц. – Минск : Технопринт, 2006. – 248 с.

УДК 621:681.51

РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГ В ПРОИЗВОДСТВЕ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

П. А. Витязь¹, М. Л. Хейфец², Н. Л. Грецкий^{2,3}, Д. Н. Хилько³

¹Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, г. Минск

²Институт прикладной физики НАН Беларуси, г. Минск

³ООО «ШТРАБАГ Инжиниринг Центр», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время под термином «реверс инжиниринг» или «обратное проектирование» в машиностроении по большей части понимают процесс получения цифровой 3D-модели изделия, конструкторской документации или физического объекта с использованием 3D-сканеров, автоматизированных систем проектирования (CAD/CAM/CAE) и 3D-принтеров. Реверс-инжиниринг изделий с простой геометрией можно выполнять,