

УДК 67.05

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА

Юлия Владимировна Сеницына

Студент 5 курса

кафедры «Металлорежущие станки»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: М.М. Ермолаев

кандидат технических наук, ассистент кафедры «Металлорежущие станки»

На сегодняшний день создание удаленной системы проектирования и автоматизированного производства деталей на трехкоординатных станках с ЧПУ (числовым программным управлением) является актуальным. Во-первых, это оборудование широко используется в машиностроении, робототехнике, мебельной промышленности, при изготовлении моделей для литейного и ювелирного производства, авиа-, судо- и прочем моделировании, в макетировании и рекламе. Во-вторых, конструкторско-технологические решения не всегда эффективны без интеграции с программным обеспечением.

Обычно процесс разработки и внедрения в производство нового изделия проходит следующие основные этапы: согласование технического задания с заказчиком, эскизный проект, разработка конструкторской документации с использованием САД-систем (Computer Aided Design – автоматизированная система поддержки проектирования), разработка маршрутной и операционной технологии (включающей выбор или проектирование приспособлений для закрепления заготовки), разработка управляющих программ для станков с ЧПУ с использованием САМ-систем (Computer Aided Manufacturing – автоматизированная система поддержки производства), обработку заготовок (включая ее установку и закрепление на станке, смену инструмента и наладку станка), контроль и сдачу работы заказчику [1].

Реализация этого цикла в полном объеме возможна на крупных предприятиях; при этом значительные издержки связаны с оплатой труда персонала, покупкой коммерческих систем проектирования, управлением персоналом и снижением производственного брака, обусловленного человеческим фактором. Малые предприятия и отдельные предприниматели вынуждены заказывать часть подобных работ или выполнять их кустарно, что приводит к временным издержкам и снижению качества продукции. Существующие средства автоматизации производства, доступные небольшому предприятию или отдельному пользователю, не обеспечивают автоматизацию полного цикла подготовки управляющей программы. Решение о применяемых приспособлениях в настоящее время принимается либо технологом, либо оператором станка, что требует высокой квалификации заказчика (при составлении технических требований), технолога и оператора. Для аддитивного изготовления деталей (трехмерной печати) существуют системы полностью автоматизированной подготовки управляющих программ, однако перечень доступных материалов для изготовления детали сильно ограничен.

Для большинства деталей можно ограничиться только фрезерными станками с ЧПУ, тогда многие перечисленные этапы выполняются однообразно и поддаются автоматизации. Система должна представлять собой онлайн-сервис, сокращающий число человек до двух: заказчика, генерирующего идею, и оператора станка. Технологическая проработка детали, назначение режимов обработки, генерация управляющей программы и контроль процесса изготовления осуществляется автоматически.

Реализация программно-технологической части системы возможно при решении следующих задач:

1. Разработка универсального технологического процесса для двусторонней обработки заготовок типа плита (лист) для изготовления деталей произвольной формы из

различных материалов на трехкоординатных фрезерных станках с ЧПУ, сводящего к минимуму человеческий фактор.

2. Разработка полностью автоматизированной САМ-системы для трехкоординатной фрезерной обработки, используя методы математического моделирования и теории резания.

3. Разработка твердотельного геометрического ядра на базе интерпретируемого языка программирования.

Универсальный технологический процесс необходимо реализовать для двух типов станков: с малой рабочей зоной и с большой рабочей зоной. Для станков с малой рабочей зоной предполагается унификация размеров заготовок (рис. 1.а), так, что их габариты соответствуют рабочей зоне станка, но может отличаться материал и толщина. Это позволит закреплять заготовки во время обработки единой системой крепления (рис. 1.2).

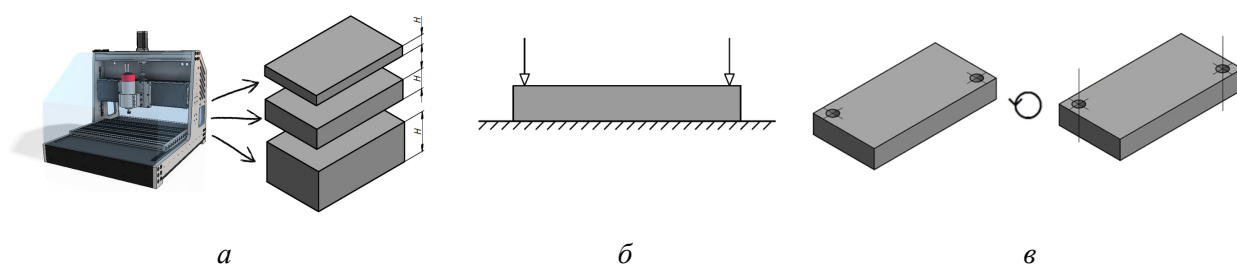


Рис.1 Универсальный технологический процесс.

Для станков с большой рабочей зоной необходимо специальное технологическое приспособление, позволяющее закреплять и базировать заготовки, габариты которых кратны определенным числам [2]. Также необходима система базирования заготовок после переворачивания и обработки с другой стороны (рис. 1.в).

Автоматизация подготовки управляющей программы происходит следующим образом. Сперва выполняется обработка с менее ответственной стороны: срезается верхний слой материала, обрабатываются отверстия для базирования заготовки после переустановки, обрабатываются карманы и рельефные поверхности [3]. Затем происходит переворот детали, срезается верхний слой с другой стороны, обрабатываются оставшиеся профили и карманы, и деталь вырезается из заготовки. При этом остаются перемычки, которые затем выламываются оператором (рис. 2).

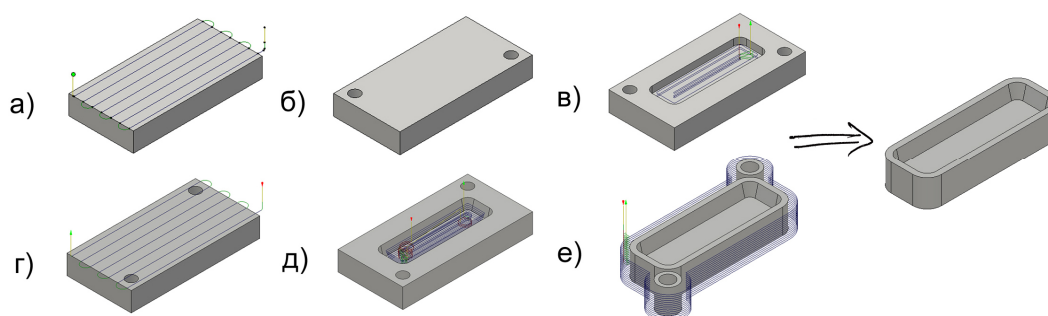


Рис. 2. Автоматизация САМ-части.

САД-часть системы должна быть реализована в виде «тонкого клиента». Система ориентирована на широкий круг пользователей, в том числе не имеющих конструкторского образования. Это достигается двумя путями: во-первых, процесс создания геометрии в значительной степени не позволяет смоделировать нетехнологичную деталь; во-вторых, программа параметрическая (рис. 3), что позволяет ряду пользователей не создавать новую деталь, а модифицировать существующую, меняя ее размеры [4].

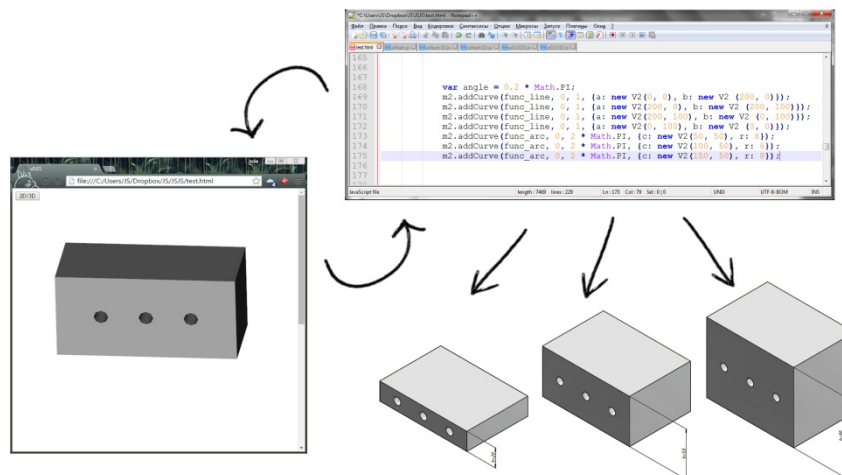


Рис. 3. Параметрическая CAD-часть системы.

А также к основным характеристикам программно-технологической системы относятся:

1. Поддерживаемые форматы файлов. Существующие системы автоматизированного моделирования, доступные для работы в браузере (такие, как OpenJSCad) поддерживают только поверхностные форматы моделей (например, STL). Система должна будет наряду с поверхностными моделями поддерживать твердотельные форматы (например, STEP), что обеспечит ее интеграцию с современными CAD-системами (Inventor, Solidworks и пр.) [5].

2. Количество возможных геометрических примитивов (кривых, поверхностей), используемых для генерации формы создаваемой модели, а также количество возможных интерполяций, используемых при генерации управляющей программы для станка с ЧПУ. Современные системы подготовки управляющих программ для 3D-принтеров (такие, как ReplicatorG, Slicer) используют только линейную интерполяцию, что допустимо для аддитивной обработки (печати), но приводит к снижению качества поверхности и увеличению времени обработки для фрезерной обработки [6]. Современные САМ-системы для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ, в свою очередь, используют широкий спектр возможностей станка, но не полностью автоматизированы. Система обеспечит реализацию широкого круга возможностей станка в полностью автоматическом режиме.

3. Спектр обрабатываемых материалов. В настоящее время существуют системы, полностью автоматизирующие процесс подготовки управляющих программ для станков, обрабатывающих тонкие листовые заготовки (например, при лазерной резке). Однако подобные станки имеют существенное ограничение по толщине и номенклатуре материалов. Система позволит изготовить деталь любой формы (ограниченной только возможностями станка) из широкой номенклатуры материалов благодаря инновационной системе крепления заготовки, параметры которой рассчитываются и генерируются автоматически для каждой детали.

4. Количество поддерживаемых станков и систем ЧПУ. В настоящее время согласование САМ-системы с конкретной системой ЧПУ происходит при помощи постпроцессора, разрабатываемого под конкретный станок. Написание постпроцессора требует наличия высококвалифицированного технолога-программиста. Система реализуется на интерпретируемом языке (JavaScript), что позволяет ее адаптировать к широкому спектру фрезерных станков с ЧПУ [7][8].

5. Общее количество человек, необходимое для работы системы. В настоящее время для организации производства спроектированных деталей требуется значительное количество человек: технологи, операторы, менеджеры, что приводит к высокой стоимости производства. Система предполагает использование одного оператора (обеспечивающего закрепление заготовки по указанному программой алгоритму, снятие детали и ее отправку заказчику), сводя к минимуму издержки из-за человеческого фактора.

На сегодняшний день отсутствуют аналоги, реализующие полный функционал сходный с предлагаемой системой. Существуют браузерные приложения такие, как Autodesk 123D, OpenJScad, TinkerCad, которые достаточно простые в использовании, однако они не позволяют создавать твердотельные модели, а также не позволяют автоматизировано создавать управляющие программы для станков с ЧПУ. Системы автоматизированного проектирования: PTC Creo Parametric, CATIA, SolidWorks, Autodesk Inventor – известные и широко используемые, имеют большое количество возможностей, но при этом также не являются системами автоматизированного производства, т.к. создание управляющих программ происходит не автоматизировано, достаточно дорогие и не так просты в использовании. Также существуют бесплатные системы с открытым кодом (BLR-CAD, FreeCAD), которые так же не ориентированы на производство.

Выводы:

Использование системы автоматизированного производства снижает стоимость изготавливаемой детали, уменьшает риски появления брака, за счет полной автоматизации и сокращения количества человек, участвующих в проектировании и производстве. Простота использования системы дает возможность реализации своих идей широкому кругу пользователей, сохраняя при этом качество и разнообразие материалов.

Литература

1. *Утенков В.М., Васильев Г.Н., Дмитриев Б.М.* Проектирование автоматизированных станков и комплексов: учебник: в 2 т. / под ред. П. М. Чернянского. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012.
2. *Суслов А. Г., Дальский А. М.* Научные основы технологии машиностроения. – М.: "Машиностроение", 2002.
3. *Кондаков А. И.* Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Учебное пособие. – Издательство "Проспект", 2013.
4. *Shah J. J., Mäntylä M.* Parametric and feature-based CAD/CAM: concepts, techniques, and applications. – John Wiley & Sons, 1995.
5. Inventor A. Autodesk®. – 2002.
6. *Büttrich S.* 3D Modeling with OpenSCAD-Part //LOW-COST 3D PRINTING. – С. 83.
7. *Моппусон М.* Изучаем JavaScript. – Dantist, 2012.
8. *Resig J., Bibeault B.* Secrets of the JavaScript Ninja. – Manning, 2013.