

БЛОЧНО-МОДУЛЬНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

С. И. Пестрецов, М. А. Столбовенко

ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Рецензент д-р техн. наук, профессор Д. Ю. Муромцев

Ключевые слова и фразы: гальванические покрытия; применение CAD/CAE/CAM-систем; системы автоматизированного проектирования.

Аннотация: Предложена структура блочно-модульной системы автоматизированного проектирования гальванических линий (САПР ГЛ). Выявлено, что при нанесении покрытий на детали и изделия преобладают механические, гидромеханические, химические и электрохимические процессы, компьютерное моделирование которых возможно осуществить с помощью современных CAD/CAE/CAM-систем высокого и среднего уровней. Компьютерное моделирование и оптимизация конструктивных и режимных параметров таких процессов может являться самостоятельным блоком в составе САПР ГЛ, которая, в свою очередь, может входить в единую систему CALS-технологий в гальванотехнике.

В общем случае процесс нанесения покрытия состоит из следующих стадий: подготовки поверхности детали к нанесению покрытия (механическая очистка, обезжиривание, травление и др.), промывки детали после очистки ее поверхности, нанесения покрытия, промывки после нанесения покрытия и сушки [1].

Основными видами механической подготовки поверхности деталей перед нанесением покрытий являются шлифование и полирование, галтовка, вибрационная обработка, крацевание, пескоструйная, дробеструйная и гидроабразивная обработки [2].

К химическим и электрохимическим способам подготовки поверхности можно отнести химическое и электрохимическое обезжиривание и травление [1].

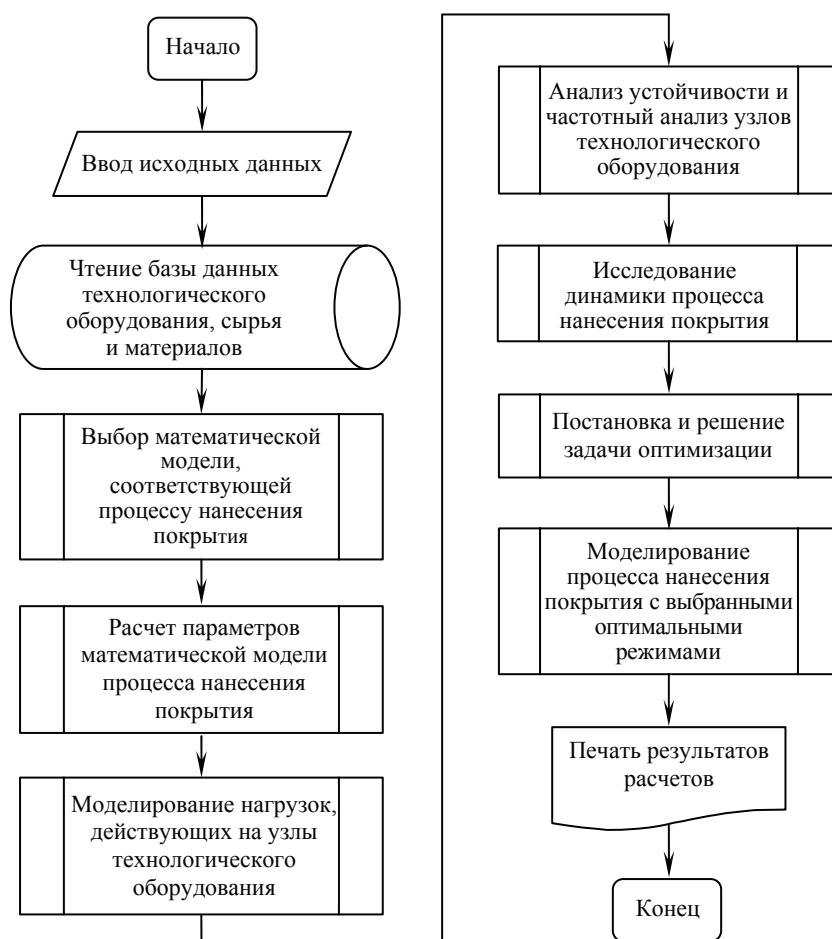
Пестрецов Сергей Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты», e-mail: pestretsov.sergej@yandex.ru; Столбовенко Максим Александрович – магистрант, ТамбГТУ, г. Тамбов.

Непосредственно процесс нанесения покрытия также может быть осуществлен на химическом или электрохимическом способах. Кроме того, процесс нанесения покрытия требует подвода или отвода тепла, а в некоторых случаях – и перемешивания раствора.

Промывные операции осуществляются, в основном, в ваннах холодной или горячей промывки, в которых присутствуют процессы нагрева и барботажа [1].

Как видим, при нанесении покрытий на детали и изделия преобладают механические, гидромеханические, химические и электрохимические процессы. Учет при проектировании всех особенностей этих процессов является сложной научно-технической и инженерной задачей. В связи с этим предлагается система автоматизированного проектирования гальванических линий (САПР ГЛ), которая позволит с учетом исходных данных подбирать оптимальные конструктивные (геометрические параметры технологического оборудования) и режимные (режимы нанесения различных покрытий) параметры для осуществления конкретного технологического процесса нанесения покрытия с максимальной технико-экономической эффективностью.

Предлагается обобщенная блок-схема САПР ГЛ (рисунок).



Обобщенная блок-схема проектирования гальванической линии

На начальном этапе пользователь вводит информацию о процессе нанесения покрытия: виде покрытия, способе его нанесения (химический или электрохимический), составе и последовательности операций, конфигурации и конструкционном материале детали, на которую будет наноситься покрытие. Затем проводится обработка полученной информации и сопоставление ее с базами данных (БД), по заданным условиям обработки осуществляется выбор математической модели процесса нанесения покрытия. Совокупность всех данных передается в блок, осуществляющий расчет параметров математической модели.

Выходными данными расчета математической модели являются:

- фонды рабочего времени оборудования;
- годовая производительность линии;
- производительность и число основных ванн;
- число вспомогательных ванн;
- внутренние размеры основных и вспомогательных ванн;
- число автооператоров;
- количество теплоты, необходимое для разогрева раствора до рабочей температуры;
- количество теплоты, необходимое в период работы ванны;
- объем воздуха, удаляемый бортовыми отсосами и т.д.

Этот массив данных вновь сопоставляется с БД. Если в БД имеются «готовые» конструктивные решения (чертежи и твердотельные модели технологического оборудования), то они принимаются для формирования общего вида гальванической линии. В противном случае система выдает сообщение о необходимости конструктивной разработки.

Принятые единицы технологического оборудования (ванны, автооператоры и т.д.) подвергаются анализу напряженно-деформированного состояния при наложении на их конструктивные элементы нагрузок, действующих в процессе эксплуатации. Такими нагрузками могут быть: гидростатическое давление раствора или промывной воды в ванне, нагрев или охлаждение раствора или промывной воды в ванне, крутящий момент от вала электродвигателя в приводах горизонтального и вертикального перемещений автооператора и т.д.

В результате проведения такого анализа могут быть получены расщепления напряжений по телу детали или узла и перемещения элементов конструкции. По этим показателям делается вывод о допустимости принятых конструктивных решений.

С помощью САЕ-модулей программ твердотельного моделирования проводится анализ устойчивости и частотный анализ, например приводов горизонтального и вертикального перемещений автооператора, в результате которых определяются критические нагрузки и минимальные относительные перемещения элементов конструкции при определенной величине резонансной частоты. Исходя из этих показателей, сделан вывод о необходимости нахождения оптимальных геометрических параметров элементов конструкции с точки зрения обеспечения надежности ее работы.

Далее исследуется динамика процесса нанесения покрытия на основе анализа передаточных функций, частотных характеристик (амплитудно-

фазовой, амплитудной и т.д.), характеристических уравнений процесса нанесения покрытия и проводится оценка устойчивости процесса по различным критериям устойчивости (Рауса, Гурвица, Найквиста, Михайлова) в зависимости от конкретного процесса нанесения покрытия.

По данным моделирования в модуле CAE-анализа проводится выбор диапазона варьирования конструктивных и режимных параметров процесса нанесения покрытия и осуществляется постановка и решение задачи оптимизации этих параметров. Далее проводится моделирование процесса нанесения покрытия с выбранными оптимальными режимными и конструктивными параметрами процесса.

Заключительным этапом проектирования является подготовка текстовой и графической документации проекта. Проектировщику предоставляется набор шаблонов документации для заполнения, а также запрашивается и выводится на экран или принтер необходимая графическая информация, позволяющая более наглядно представить процесс нанесения покрытия. Конструкторская документация заносится в БД готовых проектов.

Для компьютерного моделирования и оптимизации конструктивных и режимных параметров этих процессов могут быть применены следующие программные продукты CAD/CAE/CAM-систем [3]:

- для твердотельного моделирования технологического оборудования, трубопроводов, металлоконструкций и т.д., проведения анализа напряженно-деформированного состояния в процессе их работы, исследования динамики процессов, а также последующего экспорта твердотельных моделей с расширениями .step или .iges в другие CAD/CAE/CAM-системы (CAD-модули): Autodesk Inventor Suite, SolidWorks Premium (с модулями Simulation и Routing), CADWorx Plant и Plant Professional;

- для проведения прочностных, тепловых и гидравлических расчетов (CAE-модули): ANSYS с модулями Structural, Mechanical, Professional и ANSYS DesignSpace, ADAMS, LS-DYNA, SolidWorks Premium с модулем Simulation, T-FLEX CAD 11 с модулем T-FLEX Анализ, Abaqus, FlowVision, FLOW-3D, ICEM CFD.

Кроме этого, возможно использовать ANSYS Workbench, COMSOL Multiphysics, MatLab в целях постановки и решения вышеперечисленных мультифизических задач, а также моделирования физико-механических свойств и исследования напряженно-деформированного состояния деталей и узлов технологического оборудования, входящего в состав гальванической линии.

Отметим, что большинство из вышеперечисленных программных продуктов построены на едином программном ядре, что позволяет осуществлять передачу твердотельных моделей из одной системы в другую без потери качества электронной модели. Это позволит осуществлять междисциплинарный анализ и сквозное проектирование аппаратов и процессов по всем стадиям производства.

Отметим также, что важным свойством CAD-модулей является возможность создания параметрических объектов, что позволит ускорить процесс проектирования аппаратного оформления. В качестве базовых аппаратов предполагается использовать стандартные, твердотельные модели которых строятся по каталогам стандартного оборудования. При про-

ведении моделирования процессов твердотельные модели стандартных аппаратов легко трансформируются средствами параметризации в модели нестандартного технологического оборудования. Таким образом, имеется возможность создания БД оборудования в виде электронных моделей на основе таких систем управления БД, как Microsoft Access или SQL Server.

На основе БД по оборудованию и математических описаний процессов нанесения покрытия возможно создание блока моделирования технологических процессов, который будет являться частью САПР ГЛ.

Взаимодействие между программными продуктами, входящими в блок моделирования технологических процессов, может быть осуществлено при помощи языков объектно-ориентированного программирования, например C++.

В свою очередь, САПР ГЛ может являться составной частью единой системы CALS-технологий в гальванотехнике.

Список литературы

1. Виноградов, С. С. Организация гальванических производств / С. С. Виноградов. – М. : Глобус, 2002. – 191 с.
2. Гибкие автоматизированные гальванические линии : хрестоматия / сост. : А. Е. Новиков, А. Б. Даринцева. – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2006. – 221 с.
3. Оценка возможности применения CAD/CAE/CAM-систем при проектировании процессов производства композиционных материалов и их обработки резанием / С. И. Пестрецов [и др.] // Вопр. соврем. науки и практики. ун-т им. В. И. Вернадского. – 2011. – № 2(33). – С. 98 – 103.

Block-Modular System of Automated Design of Plating Lines

S. I. Pestretsov, M. A. Stolbovenko

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: application of CAD/CAE/CAM-systems; computer-aided design; electroplating.

Abstract: The paper describes the structure of a modular system of automated design of plating lines (CAD GL). It was revealed that the coating of parts and products is dominated by mechanical, hydro-mechanical, chemical, and electrochemical processes; computer simulation can be realized with the help of modern CAD/CAE/CAM-systems of high and medium levels. Computer simulation and optimization of design and operational parameters of such processes can be an independent unit within the CAD GL, which, in turn, can be a part of a unified system of CALS-technologies in electroplating.

© С. И. Пестрецов, М. А. Столбовенко, 2013