

**КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ (САПР ПКМ)
ИЗ ОТХОДОВ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ**

**С.И. Пестрецов, М.В. Соколов,
А.Н. Колодин, В.Г. Однолько**

*ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический
университет», г. Тамбов*

Рецензент д-р техн. наук, профессор В.И. Кочетов

Ключевые слова и фразы: применение CAD/CAE/CAM-систем; производство металлополимерных композиций; системы автоматизированного проектирования; утилизация отходов металлообработки.

Аннотация: Предложена концепция создания САПР ПКМ из отходов металлообработки, определены структура системы и взаимосвязи между ее блоками. Работа системы основана на применении методов искусственного интеллекта и CAD/CAE/CAM-систем. Подобная САПР ПКМ может входить в единую систему CALS-технологий в металлообработке, утилизации и переработке отходов.

Создание ресурсосберегающих и малоотходных производств обуславливает всестороннюю оптимизацию процесса производства изделия и утилизации его отходов. Применительно к процессам металлообработки, где в качестве отходов образуется огромное количество металлической стружки, эта задача в настоящее время приобретает особую значимость. Металлическая стружка, предварительно переработанная соответствующим образом, может служить основным компонентом в составе композиционного материала, например, металлополимера.

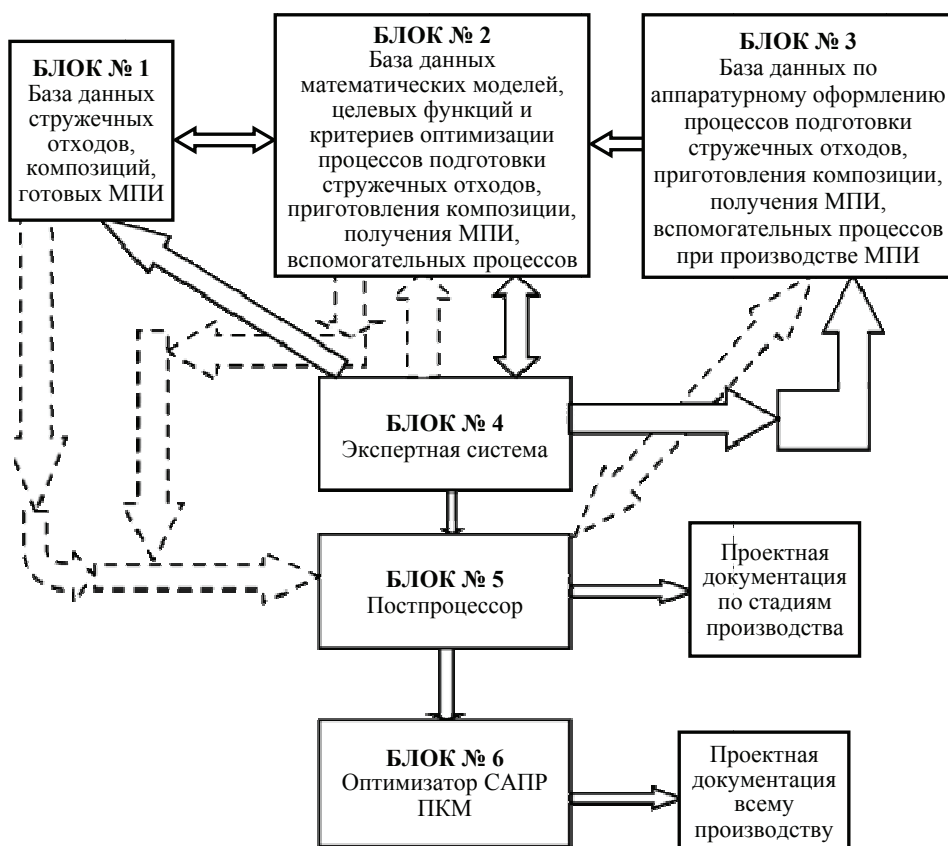
Пестрецов Сергей Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты», e-mail: pestretzov.sergej@yandex.ru; Соколов Михаил Владимирович – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты»; Колодин Андрей Николаевич – ассистент кафедры «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты»; Однолько Валерий Григорьевич – кандидат технических наук, профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений», ТамбГТУ, г. Тамбов.

Исходя из анализа процессов и аппаратурного оформления основных стадий производства металлополимерных изделий (МПИ) [1, 2, 4] из стружечных отходов, концепция создания САПР ПКМ выстраивается следующим образом.

Авторы статьи полагают, что подобная САПР должна быть построена по блочно-модульному принципу, причем в каждом модуле решается своя конкретная задача. В связи с этим выделяется 6 блоков, которые позволяют решать два вида проектных задач: реконструкцию существующего производства и разработку нового (рисунок).

Блок № 1 – база данных стружечных отходов, композиций и готовых МПИ.

В этом блоке содержится описание видов стружечных отходов, поступающих на производство композиционного материала (КМ) и измельченных стружечных отходов после операции измельчения. Описание содержит физико-механические, теплофизические свойства стружечных отходов, их конфигурацию и геометрические размеры. При этом, исходя из конфигурации и геометрических размеров поступающих на переработку отходов, система приводит описание геометрии отходов к каноническому виду: элементарная частица отходов рассматривается в виде прямоугольника, шара и пластины с соответствующими эквивалентными размерами.



Структурная схема САПР ПКМ

(пунктирными стрелками показано взаимодействие блоков при проектировании реконструируемого производства на начальном этапе работы системы)

По приготовленным композициям и готовым МПИ приводится описание их физико-механических, теплофизических, массообменных, реологических и иных свойств.

Если предлагаемая САПР ПКМ используется для реконструкции существующего производства, то этих данных вполне достаточно для дальнейшего проектирования.

При разработке нового производства на первом этапе в качестве исходных данных используется только описание видов стружечных отходов, поступающих на производство КМ, и лишь частично описание измельченных стружечных отходов, композиций и готовых МПИ. Такие характеристики как физико-механические свойства измельченных стружечных отходов, их конфигурация и геометрические размеры, а затем характеристики композиций и готовых МПИ будут величинами переменными по ходу ведения технологического процесса и должны быть вычислены в ходе математического моделирования процессов.

Блок № 2 – база данных математических моделей, целевых функций и критериев оптимизации процессов подготовки стружечных отходов, приготовления композиции, получения МПИ, вспомогательных процессов при производстве МПИ.

В этот блок включены математические модели процессов:

- отделения от стружки посторонних тел;
- отжига стружки;
- измельчения и разделения измельченной стружки на фракции;
- дозирования и диспергирования композиции;
- прессования композиции;
- удаления облоя изделия;
- складирования;
- выдержки изделий до полного их отверждения.

Отметим, что математическое описание в зависимости от процесса обязательно должно включать в себя уравнения материальных и тепловых балансов, описание гидродинамической обстановки и структуры потоков фаз в аппарате, кинематических связей для движущихся частей аппарата и уравнения динамики, определяющих устойчивость процесса.

Функционально блок № 2 связан с блоком № 1 в части использования исходных данных по свойствам стружечных отходов, композиций и готовых МПИ.

Блок № 3 – база данных по аппаратурному оформлению процессов подготовки стружечных отходов, приготовления композиции, получения МПИ, вспомогательных процессов при производстве МПИ.

Этот блок содержит информацию в виде твердотельных моделей по нормализованному технологическому оборудованию, применяемому на всех стадиях производства МПИ. Кроме этого, в этом блоке содержатся твердотельные модели нестандартного оборудования для проведения процессов. Модели разрабатываются пользователем в таких CAD/CAE/CAM-системах как Autodesk Inventor Suite 2011 или Solid Works Premium 2011 по данным каталогов стандартного оборудования и результатам моделирования в блоке № 2 конструктивных и режимных параметров процесса и заносятся в базу данных блока № 3.

Функционально блок № 3 связан с блоками № 1 и № 2 в части использования исходных данных по стружечным отходам, композициям и готовым МПИ, а также математическим моделям процессов.

Блоки № 1–3 могут быть построены на основе таких систем управления базами данных (СУБД) как Microsoft Access или SQL Server, либо PDM-системы управления проектными данными, представляющей собой специализированную СУБД.

В качестве основных средств математического моделирования предполагается использовать методы искусственного интеллекта: экспертные системы, нейронные сети, методы нечеткой логики, генетические алгоритмы, которые возможно реализовать в системе MatLab.

В связи с этим в САПР ПКМ включается **блок № 4** – экспертная система (ЭС).

Работа ЭС несколько отличается в зависимости от типа разрабатываемого производства: реконструируемое или новое.

При реконструкции производства ЭС на основе данных блока № 1 «подбирает» необходимые для моделирования процессов и аппаратов математические модели (ММ). При этом в ЭС загружаются и данные по нормализованному технологическому оборудованию. Критериями отбора математических моделей являются сведения, находящиеся в блоках № 1 и № 3, то есть характеристики сырья, полуфабрикатов, готовой продукции и имеющегося на реконструируемом производстве технологического оборудования. После «подбора» ММ информация блоков № 1–3, собранная в ЭС, поступает в решатель или постпроцессор (блок № 5).

При проектировании нового производства ЭС также «подбирает» необходимые ММ и передает данные блоков № 1 и № 2 в блок № 5, в котором производится расчет конструктивных и режимных параметров каждого отдельного процесса производства МПИ и его оптимизация по назначенному критерию. Результаты моделирования и оптимизации в виде конструктивных параметров технологического оборудования передаются в блок № 3 для создания пользователем твердотельных моделей нестандартного оборудования.

Блок № 5 представляет собой модуль, в котором заложены известные математические методы решения задач моделирования и оптимизации технических систем. Он функционально связан с предыдущими блоками САПР ПКМ, а также с блоком № 6, называемым оптимизатором САПР ПКМ.

Блок № 5 позволяет генерировать проектную документацию по отдельным стадиям получения МПИ.

Блок № 6 имеет целевые функции и критерии оптимизации всего процесса получения изделий на основе МПК, а также стандартные методы решения оптимизационных задач. В качестве критерия оптимизации на каждой стадии предполагается принимать минимум энергозатрат, а по всему процессу – минимум приведенных затрат на производство металлополимера.

Функционально данный блок связан со всеми остальными блоками САПР ПКМ.

Блок № 6 позволяет генерировать проектную документацию по всему процессу получения МПИ.

Предлагаемая концепция создания САПР ПКМ является начальным этапом разработки комплекса подобных САПР в технологии машиностроения, которые могут быть объединены в единую систему CALS-технологий в металлообработке [3], утилизации и переработке отходов. В связи с этим, требуются дополнительные исследования теоретического и экспериментального характера, направленные на создание отдельных модулей (блоков) описанной выше САПР ПКМ и отладку их взаимодействия между собой.

Список литературы

1. Ананьева, Е.С. Прессование изделий из полимерных материалов : учеб. пособие по курсу «Оборудование в производстве наполненных пластиков» / Е.С. Ананьева. – Барнаул : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2006. – 89 с.
2. Конструирование и расчет машин химических производств : учеб. для машиностроит. вузов по специальности «Химическое машиностроение и аппаратостроение» / Ю.И. Гусев [и др.]. – М. : Машиностроение, 1985. – 408 с.
3. Пестрецов, С.И. Методика оптимального проектирования процессов лезвийной обработки материалов / С.И. Пестрецов, А.А. Родина // *Вопр. соврем. науки и практики. Ун-т им. В.И. Вернадского.* – 2010. – № 10-12(31). – С. 369–372.
4. Ресурсосберегающие технологии изготовления металлополимерных материалов : учеб. пособие / Н.А. Чайников [и др.]. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. – 80 с.

The Concept of Creation of the System of the Automated Designing of Production Processes of Composite Materials (SAD PCM) from Waste Products of Metal Working

S.I. Pestretsov, M.V. Sokolov, A.N. Kolodin, V.G. Odnolko

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: application of CAD/CAE/CAM-systems; manufacture of metal-polymeric compositions; recycling of waste products of metal working; systems of automated designing.

Abstract: The concept of creation SAD PCM from waste products of metal working is offered, the structure of the system and the interrelation between its blocks are determined. The operation of the system is based on the application of methods of artificial intelligence and CAD/CAE/CAM-systems. The SAD PCM can enter into uniform system of CALS-technologies in metal working, recycling and processing of waste products.

© С.И. Пестрецов, М.В. Соколов,
А.Н. Колодин, В.Г. Однолько, 2011