

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ CAD/CAE/CAM-СИСТЕМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

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; резание материалов; системы автоматизированного проектирования; утилизация отходов металлообработки.

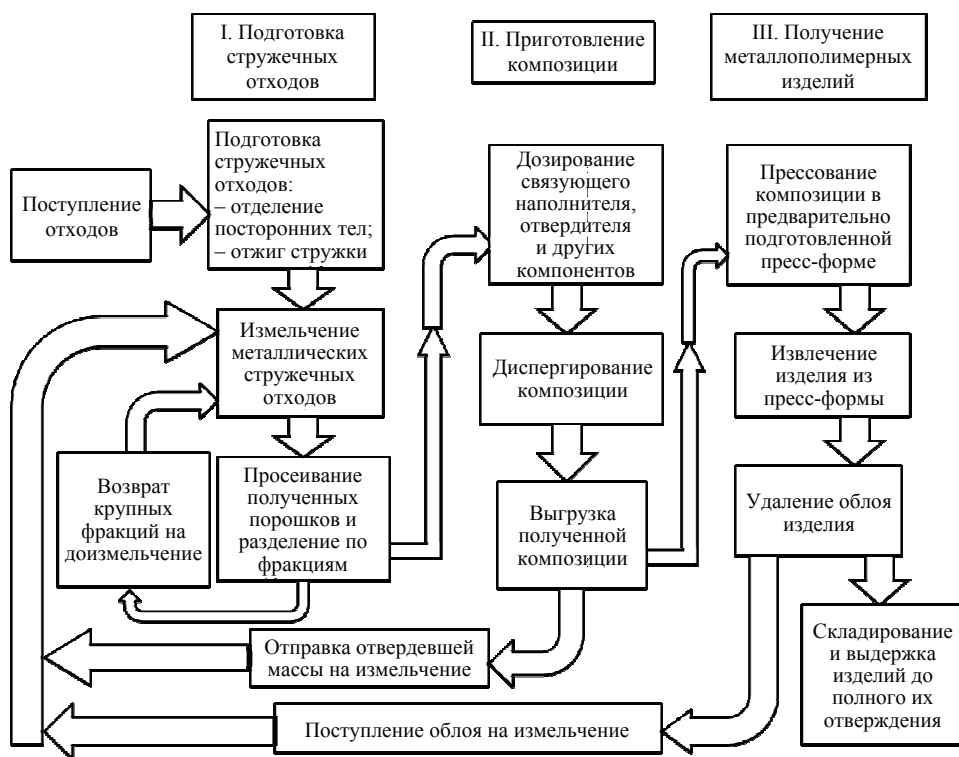
Аннотация: Рассмотрены процесс производства металлополимерных композиций из отходов металлообработки и особенности обработки металлополимерных композиций резанием. Выявлено, что в производстве металлополимерных композиций и их обработке резанием преобладают механические и гидромеханические процессы, компьютерное моделирование которых возможно осуществить с помощью современных CAD/CAE/CAM-систем высокого и среднего уровней.

В общем случае производство металлополимерных композиций (**МПК**) состоит из трех основных стадий (рисунок): подготовки стружечных отходов, приготовления композиции и получения металлополимерного изделия (**МПИ**) [6].

На стадии подготовки стружечных отходов выделяют операции отделения от стружки посторонних тел, отжига стружки, ее измельчения и разделения измельченной стружки на фракции.

Поступающие на переработку отходы металлообработки не однородны по своему составу: наряду с собственно металлической стружкой имеются посторонние предметы в виде частиц ветоши, комочков грязи с мас-

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.



Технологическая схема получения изделий на основе МПК

лом и т.д. Кроме того, стружка может быть загрязнена остатками смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ). Для отделения от стружки механических примесей, имеющих неметаллическую природу, применяют сепарацию в магнитных сепараторах, чаще всего барабанного типа [2].

Очистку СОЖ от стружки осуществляют центрифугированием в центрифугах периодического или непрерывного действия [2]. Отметим, что применение данного процесса и его аппаратного оформления требует дополнительных исследований, в связи с тем, что степень загрязнения стружки может варьироваться в зависимости от вида обрабатываемого резанием материала и типа получаемой при этом стружки, а также конструктивных особенностей центрифуг.

Отжиг стружки производится в печах [6].

Измельчение металлических стружечных отходов в порошок может осуществляться механическими или физико-химическими методами [2]. Чаще всего используется механический метод измельчения – применяют дробление или разمول.

Дробление и разمول осуществляют в мельницах, преимущественно шаровых или вибрационных [2, 6].

Для разделения измельченных стружечных отходов на фракции применяют, как правило, грохочение (разделение просеиванием через разделительную перегородку) и сепарацию (разделение за счет различных скоростей движения крупных и мелких частиц в воздушном потоке) [2, 6].

Стадия приготовления композиции включает операции дозирования компонентов и диспергирования данной композиции с целью получения композита.

В зависимости от вида дозируемого материала – металлическая стружка или жидкие компоненты (связующее и отвердитель), применяются соответственно дозаторы весового и объемного типов [2].

Диспергирование композиции, чаще всего, производится в смесителях периодического действия объемного смешивания. Такие аппараты представляют собой емкость с перемешивающим органом, например в виде Z-образных лопастей, а также смесители роторного типа и вибровращательные устройства с мелящими шарами.

Заключительной стадией производства МПК является получение МПИ, включающее в себя прессование композиции, удаление облоя, складирование и выдержку изделий до полного их отверждения.

Прессование композиции осуществляется на гидравлических прессах верхнего или нижнего давления, а также специализированных [1]. Выбор конструкции пресса зависит от формы получаемого МПИ.

Вспомогательными процессами при производстве МПИ являются возврат крупных фракций на измельчение, отправка отвердевшей массы и облоя на измельчение. Транспортировка этих компонентов в соответствующие аппараты может осуществляться пневмотранспортом, либо самоходом при условии размещения аппаратов на различных высотных отметках.

Как видим, на стадии прессования в описанной технологической схеме получается практически готовое МПИ, которое имеет простую форму и редко подвергается последующей механической обработке.

Обработку резанием можно ввести после стадии выдержки до полного отверждения с целью получения МПИ в форме корпусных деталей, валов, осей и других деталей машиностроительных производств.

При изготовлении изделий на основе МПК могут широко использоваться такие процессы обработки резанием, как точение, фрезерование, сверление и соответствующие им металлорежущее оборудование и оснастка.

При выборе металлорежущего оборудования, режущего инструмента и режимов обработки МПК следует учитывать, что подобные материалы являются труднообрабатываемыми и при их обработке возможно выделение значительного количества тепла и пыли. Эти обстоятельства вызывают необходимость применения твердосплавного инструмента и наличия у металлорежущего оборудования мощной системы подачи СОЖ в зону резания. Кроме этого, процесс механической обработки МПК характеризуется значительной нестационарностью процесса резания вследствие возможной анизотропности МПК. В этой связи, уже на стадии приготовления композиции должны быть решены вопросы об оптимальном соотношении между компонентами МПК и степени дисперсности металлических стружечных отходов, добавляемых в МПК.

Таким образом, анализ процессов и аппаратов, применяемых при производстве композиционных материалов (КМ) из отходов металлообра-

ботки, металлорежущего оборудования, режущего инструмента и режимов механической обработки МПК, показывает преобладание механических и гидромеханических процессов.

Математические модели, описывающие подобные процессы и аппараты, могут быть построены на основе моделей идеального вытеснения или идеального смешения. Для моделирования процессов резания возможно применение теории подобия [5].

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., металлорежущего оборудования, режущего инструмента и оснастки, 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 2011, SolidWorks Premium 2011 (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 «AnsysDesignSpace», ADAMS, LS-DYNA и Deform при исследовании измельчения металлических стружечных отходов в мельницах; SolidWorks Premium 2011 с модулем «Simulation», T-Flex CAD 11 с модулем «T-Flex Анализ» и Abaqus при исследовании процесса отжига измельченной стружки; SolidWorks Premium 2011 с модулем «Simulation», FlowVision, Flow3D, ICFM CFD при исследовании гидродинамики мельниц, центрифуг, сепараторов, смесителей и прессов; SolidWorks Premium 2011 с модулем «MoldFlow», ANSYS с модулем «Professional», Deform, C-MOLD при исследовании прессования МПК в прессах.

Кроме этого, возможно использовать ANSYS Workbench, COMSOL Multiphysics, MatLab с целью постановки и решения вышеперечисленных мультифизических задач, а также моделирования физико-механических свойств и исследования напряженно-деформированного состояния МПК с целью определения оптимального соотношения между компонентами МПК и степени дисперсности добавляемых в него металлических стружечных отходов для получения материала с заранее заданными свойствами.

Моделирование обработки МПК и генерацию управляющих программ для станков с ЧПУ позволяют осуществить программы InventorCAM и CAMWorks, встраиваемые соответственно в Autodesk Inventor Suite 2011 и SolidWorks Premium 2011, а также модуль T-FLEX 11 ЧПУ.

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 Autodesk Inventor Suite 2011 и SolidWorks Premium 2011 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 проведении моделирования процессов твердотельные модели стандартных аппаратов легко трансформируются средствами параметризации в модели нестандартного технологического оборудования. Таким образом, имеется возможность создания базы данных оборудования в виде электронных моделей на основе таких систем управления базами данных как Microsoft Access или SQL Server.

На основе базы данных по оборудованию и математических описаний процессов производства МПИ возможно создание блока моделирования технологических процессов, который будет являться частью системы автоматизированного проектирования производства композиционных материалов (САПР ПКМ) [4].

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 ПКМ может являться составной частью единой системы CALS-технологий в металлообработке, утилизации и переработке отходов.

Список литературы

1. Ананьева, Е.С. Прессование изделий из полимерных материалов: учеб. пособие по курсу «Оборудование в пр-ве наполнен. 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 «Хим. машиностроение и аппаратостроение» / Ю.И. Гусев [и др.]. – М. : Машиностроение, 1985. – 408 с.
3. Пестрецов, С.И. Компьютерные технологии в машиностроении [Электронный ресурс] : курс лекций / С.И. Пестрецов. – Электрон. дан. (5,48 Мб). – Тамбов, 2006. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Загл. с экрана. – Б.ц.
4. Концепция создания системы автоматизированного проектирования процессов производства композиционных материалов (САПР ПКМ) из отходов металлообработки / С.И. Пестрецов [и др.] // Вопр. соврем. науки и практики. Ун-т им. В.И. Вернадского. – 2011. – № 1(32). – С. 386–390.
5. Силин, С.С. Метод подобия при резании материалов / С.С. Силин. – М. : Машиностроение, 1979. – 152 с.
6. Ресурсосберегающие технологии изготовления металлополимерных материалов : учеб. пособие / Н.А. Чайников [и др.]. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. – 80 с.

**Assessment of the Application
of CAD/CAE/CAM-Systems in the Design Processes
of Composite Materials Manufacturing and Cutting**

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; cutting of materials; manufacturing of metal-polymeric compositions; recycling of waste products of metal working; systems of automated designing.

Abstract: The paper studies the process of metal-polymeric composites manufacturing from waste products of metal working and metal-polymeric composites cutting-processing. It is revealed, that metal-polymeric composites manufacturing and their cutting-processing include mechanical and hydromechanical processes which can be simulated with high and medium level CAD/CAE/CAM-systems.

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