

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ СПЕКАНИЯ ПОРОШКОВЫХ СОСТАВОВ

© 2016 г. В.А. КОВТУН, С.Г. КОРОТКЕВИЧ, В.Н. ПАСОВЕЦ

ГУО «Университет гражданской защиты», г. Минск
e-mail: korotkevichsergei@mail.ru

Введение

Развитие производства требует разработки и применения новых композиционных материалов с повышенными эксплуатационными характеристиками по сравнению с традиционно применяемыми на сегодняшний день материалами на основе металлов и их сплавов. В связи с этим в различных отраслях промышленности все больше используются изделия, изготавливаемые на основе композиционных материалов, которые в своем составе позволяют объединить традиционно не совместимые компоненты [1].

В большинстве случаев исходные компоненты композиционных материалов подразделяются на матрицу и включенные в нее наполнители, выполняющие роль армирующих элементов или придающие материалу необходимые триботехнические и физико-механические свойства. В композитах конструкционного назначения армирующие элементы обычно обеспечивают необходимые механические характеристики материала, такие как прочность и жесткость, а матрица обеспечивает совместную работу армирующих элементов и защиту их от механических повреждений или агрессивной химической среды [2]. Триботехнические и физико-механические характеристики композитов определяются содержанием наполнителей, а также прочностью связей между наполнителями и материалом матрицы и технологией получения материала [3]. В результате совмещения различных наполнителей и матрицы образуются композиции обладающие набором свойств отражающими не только характеристики исходных компонентов, но и включающие новые свойства, которыми отдельные компоненты не обладают. Для создания композиции используются самые разные армирующие наполнители и матрицы.

Композиционные материалы получили наибольшее распространение в таких изделиях машино- и приборостроения, где высокие механические свойства должны сочетаться с низким весом, например, детали автомобилей и авиакосмических аппаратов. При этом разработка технологии производства композиционного материала с заданным комплексом триботехнических и физико-механических свойств требует значительных затрат денежных средств и рабочего времени, связанных с проведением одного или нескольких циклов испытаний изделий, оптимизацией компонентного состава и технологических приемов производства [4].

Одним из путей решения проблемы снижения материальных затрат на разработку композитов является применение специализированного программного обеспечения, позволяющего на этапе проектирования изделия моделировать все этапы его производства и эксплуатации и уйти от многочисленных физических испытаний опытных образцов в процессе разработки. На основе анализа результатов проводимых расчетов возможно прогнозирование дефектов изделий возникающих при производстве и проведение оценки срока эксплуатации деталей, изготовленных из композиционных материалов. Кроме того, численное моделирование позволяет оптимизировать технологию производства деталей узлов и агрегатов машин и механизмов различного назначения. При таком подходе значительно сокращается время, затрачиваемое на

разработку проекта и количество опытных образцов, что позволяет оценивать данный путь как наиболее экономичный [5].

Практическая часть

В настоящее время проводятся исследования по повышению эксплуатационных ресурсов и расширению нагрузочно-скоростных режимов работы пожарной аварийно-спасательной техники путем применения композиционных покрытий на основе наноструктурированных композитов. На сегодняшний день методами компьютерного моделирования выполнены расчеты по исследованию напряженно-деформированного состояния покрытий в процессе технологического воздействия на исходные компоненты (рис. 1, 2).

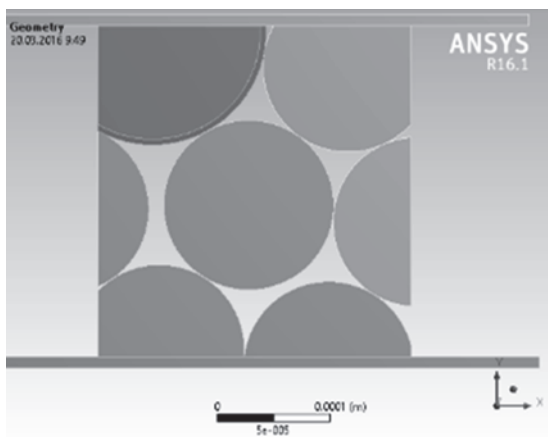


Рис. 1. Структурная схема композиционного состава.

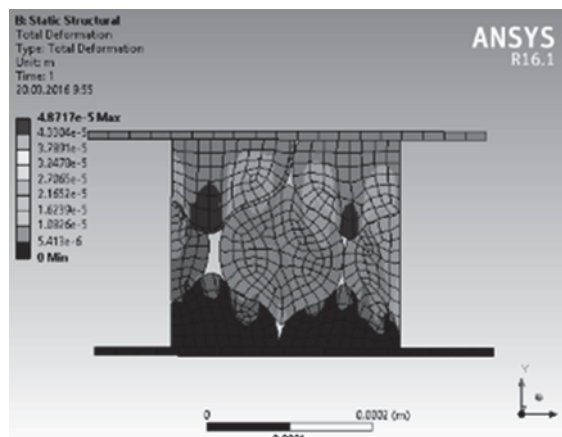


Рис. 2. Пластические деформации после приложения нагрузки.

Также на сегодняшний день выполнено моделирование процесса спекания металлической матрицы электрическим током. Постановка и решение задачи в программном комплексе ANSYS для проведения совмещенного расчета теплового и напряженно-деформированного состояния включали в себя несколько этапов работы разных программных модулей. Так после выбора необходимого типа анализа к созданной геометрии прикладывались нагрузки и указывались начальные и граничные условия. Для проведения расчета задавались контактные параметры, а также определялись материалы модели и их свойства [6]. На рис. 3–5 показан пример результатов моделирования на данном программном комплексе при решении электрической части задачи (рис. 3), тепловой части задачи (рис. 4) и механической части задачи (рис. 5) с использованием данных, полученных при решении электрической и тепловой частей задачи.

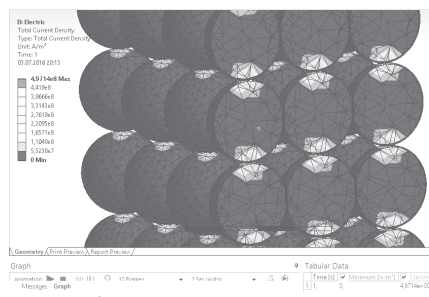


Рис. 3. Прохождение электрического тока.

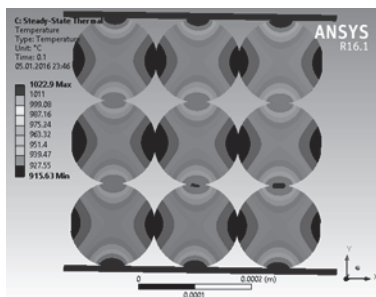


Рис. 4. Распределение температуры.

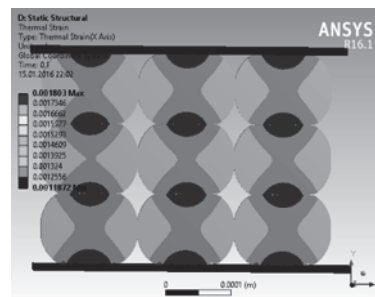


Рис. 5. Распределение тепловых полей под воздействием нагрузки.

Таким образом показано, что программный комплекс Ansys позволяет создавать компьютерные модели зон контактного взаимодействия, описывающие тепловое и напряженно-деформированное состояние материалов при приложении внешних воздействий в условиях нестационарной теплопередачи, и проводить расчеты с учетом влияния времени электронного спекания, контактного взаимодействия поверхностей и особенности структуры частиц порошкового слоя на формирование температуры полей, деформации компонентов, распределении температуры, а также термо- и механических напряжений [7-8].

Заключение

Программные продукты, позволяющие моделировать физические процессы, дают возможность пользователю снизить финансовые и временные затраты за счет сокращения количества дорогостоящих опытных образцов и проведения многочисленных натурных испытаний. Сравнительный анализ программных продуктов показал [9], что наиболее многофункциональным по своим возможностям является программный комплекс Ansys. Крупнейшие в мире производители электроники, техники и различного оборудования используют в своём производстве результаты, полученные путём моделирования решаемых задач с помощью программного комплекса Ansys, что говорит о точности исследований. На примерах проведенных исследований показаны возможности данного программного продукта для решения связанных мультифизических задач при разработке и исследовании композиционных материалов, определены и отработаны режимы электроконтактного спекания для проведения практических испытаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Радько И.П.* Актуальные вопросы современной науки // Известия вузов. Физика. – 2014, № 3, с. 174–181.
2. *Гордеев Ю.И., Гордеев Ю.И., Зеер Г.М., Зеленкова Е.Г.* Композитные материалы // Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2010, № 4, с. 47–51.
3. *Котов В.А.* Моделирование производства композиционных материалов – вызов времени // Наука и производство: Перспективные материалы для авиакосмической промышленности. – 2013, № 2, с. 22–24.
4. *Григорьев Е.Г.* Электроимпульсная технология формирования материалов из порошков / *Е.Г. Григорьев, Б.А. Калинин.* – М.: МИФИ, 2008, 152 с.
5. *Захаров А.Ю., Бичурин М.И.* Обобщенная решеточная модель многокомпонентных систем частиц с внутренними степенями свободы // Вестник Новгородского государственного университета. – 2009, № 50, с. 11-13.
6. Сборник материалов конференции по Ansys [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ansysconference.ru> – Дата доступа: 01.04.2015
7. *Пасовец В.Н., Ковтун В.А., Плескачевский Ю.М.* Получение, свойства и безопасность композитов на основе порошковых металлов и наноструктур углерода. – Гомель: БелГУТ. – 2011, 200 с.
8. Компьютерное моделирование композитных изделий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.delcam-ural.ru> – Дата доступа: 02.07.2015.
9. *Короткевич С.Г.* Обзор современных прикладных программных комплексов для проведения исследований композитных изделий // Технологии техносферной безопасности. – 2016, №1 (65), с. 1-9.