



УДК 621.336.322.002.3
ББК 31.232.308

МОДИФИКАЦИЯ ПОДХОДА К ПОСТРОЕНИЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ ПО ПОИСКУ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПОЗИТОВ С ТРЕБУЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ

Жданова Наталья Николаевна

Кандидат физико-математических наук доцент кафедры высшей и прикладной математики
Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Волгоградский филиал
pro-sv28@yandex.ru
ул. им. милиционера Буханцева, 48, 400120 г. Волгоград, Российская Федерация

Жданов Иван Сергеевич

Консультант отдела документооборота министерства строительства Волгоградской области
pro-sv28@yandex.ru
ул. Козловская, 39 а, 400074 г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В статье предложен новый подход к построению локальной базы данных для информационной системы по подбору структуры композита, обладающего требуемыми свойствами.

Ключевые слова: подбор композитов, декомпозиция поисковой задачи, шкала приоритетов, информационная система.

Во многих областях производства можно встретить оборудование, которое работает при высоких параметрах электрического тока. Особенно это относится к скоростному железнодорожному транспорту, работающему на электрической тяге.

Структура композитных материалов для такого оборудования традиционно выбиралась экспериментальными методами чаще всего на основании небольшого множества традиционно используемых на данный момент материалов и технологий. С появлением скоростного железнодорожного транспорта, особенно остро встала проблема выбора материала для проводов, так как токосъемные провода, изготавливаемые по имеющейся в настоящее время технологии, быстро изнашиваются и поэтому имеют небольшой срок службы, что существенно увеличивает издержки эксплуатации скоростных составов.

Казалось бы, с появлением мощной компьютерной техники, проблему поиска структуры композита можно было бы решить полным перебором всех известных на сегодняшний день металлов и сплавов. Однако компьютерный подбор такой структуры наталкивается на почти непреодолимые трудности. Известно, что в последние годы разработано большое количество баз данных, содержащих наиболее полные сведения о структуре и свойствах (куда входят в том числе и механические, и тепловые, и другие свойства) самых разнообразных металлических сплавов, из которых можно создавать новые слоистые композиты и количество таких сплавов и чистых металлов оценивается примерно в несколько тысяч. Поэтому, если пойти по пути полного перебора всех материалов слов, из которых может быть спроектирована предварительная структура композита, то самый быстродействующий современный компь-

югер будет выполнять его десятки лет [1]. Вторая проблема состоит в том, какую технологию выбрать для соединения слоев между собой, то есть, как добиться качественного соединения слоев композита без разрушения межслойных соединений в процессе эксплуатации.

Современный уровень развития общества сделал индустрию информационных технологий ведущим стратегическим направлением. Одним из эффективных способов управления информацией является создание информационных систем и построение для этих систем соответствующих баз данных.

Таким образом, анализ проблем проектирования информационных систем по подбору композитов с требуемыми свойствами дает основание для выделения следующих этапов построения такой системы:

- 1) структурно-функциональный анализ системы. На этом этапе проводится анализ целей, задач и функций системы. Производится оценка объемов информации. Определяются основные потребители и источники информации;
- 2) выбор критерия синтеза оптимальной информационной структуры базы данных;
- 3) выбор общей информационной структуры базы данных;
- 4) синтез оптимальной логической структуры базы данных;
- 5) физическая структуризация базы данных. Определяется оптимальное число серверов, их географическое размещение, размещение данных по серверам.

Создание программного обеспечения для таких информационных систем как правило базируется на следующих этапах:

- 1) анализ требований;
- 2) определение целей, достигаемых разрабатываемыми программами;
- 3) выявление аналогов, обеспечивающих достижение подобных целей, их достоинств и недостатков;
- 4) определение входных и выходных данных, а также способов (алгоритмов, методов) обработки информации;
- 5) разработка архитектуры системы;
- 6) кодирование и тестирование модулей;
- 7) разработка эксплуатационной документации на программу;
- 8) сдача программного изделия;
- 9) сопровождение.

Одним из путей решения задачи по ограничению области поиска материалов слоев без потери качественных характеристик композиции является построение локальной базы данных для того, чтобы, например, использовать из глобальной базы данных только те материалы, тепловые или, скажем, прочностные характеристики которых не ниже определенного предела, затем из уже отобранных материалов использовать, допустим, те, цена которых на сегодняшний день не выше определенного уровня, и уже из них методом перебора создавать соответствующую композицию. Критериев, при помощи которых можно сформировать локальную базу данных может быть довольно много. Такой подход к декомпозиции поисковой задачи известен давно и большинство из известных на сегодняшний день компьютерных систем, реализующих поиск структуры слоистых композитов, основывались на подобном принципе поиска. Недостатком такого принципа является то, что требуемую декомпозицию задачи проектировщик мог осуществить только по субъективным параметрам и оценкам, в связи с чем, такой метод отбора мог либо слишком сузить область поиска и не найти ничего нового, либо получить такое количество вариантов перебора, что время получения компьютерного решения существенно не изменялось.

В процессе принятия такого рода решений по выбору оптимальной области поиска, исследователю прежде всего приходится решать задачу упорядочивания свойств выбираемых материалов по приоритетности. В связи с этим, на основе метода Т. Саати [8], предлагается следующая последовательность действий, которая может рассматриваться как этапы решения задачи по локализации базы данных:

- выбирается главная цель;
- выбираются конкретные объекты, которые необходимо упорядочить по приоритетности относительно главной цели;
- выбираются точки зрения, на основании которых производится упорядочивание;
- строится шкала приоритетов и им придают количественные значения, которые будут участвовать в численном расчете приоритетности.

После выбора главной цели и конкретных упорядочиваемых объектов выбор опти-

мальной области поиска происходит следующим образом. Парно сравнивая точки зрения (с помощью шкалы приоритетов), получаем квадратную матрицу. Вычисляется наибольшее собственное значение и собственный вектор-вектор приоритетов первого уровня.

По каждой из точек зрения с помощью шкалы приоритетов парно сравниваются объекты. Получается множество квадратных матриц. Вычисляются наибольшие собственные значения и собственные векторы, которые являются векторами локальных приоритетов или приоритетов второго уровня. Создается матрица, столбцы которой соответствуют векторам локальных приоритетов; количество столбцов в этой матрице соответствует количеству элементов в векторе приоритетов первого уровня. Созданная матрица умножается справа на вектор-столбец приоритетов первого уровня. Полученный вектор является вектором глобальных приоритетов; количество элементов в нем равно количеству объектов.

Затем, объекты ранжируются в соответствии с глобальными приоритетами. Ранжирование происходит по возрастанию или по убыванию – в зависимости от главной цели ранжирования.

После чего создается локальная база данных, соответствующая выбранным материалам. Проектировщик может оценить размер этой базы и приблизительно прикинуть, сколько времени займет компьютерный поиск структуры материала в этих условиях. Если ресурсы компьютера или имеющегося времени не позволяют выполнить поиск по данной базе, то возможны два варианта дальнейших действий:

а) изменить, добавить, убрать (или и то и другое и третье в произвольной комбинации) объекты или точки зрения и заново построить локальную базу данных;

б) в полученном выше списке ранжированных свойств убрать одно или несколько последних свойств и построить локальную базу данных снова.

Перечисленные варианты действий можно применить как сразу, так и по очереди, один или несколько раз в любой последовательности до тех пор, пока полученная база данных не устроит проектировщика по тем параметрам, которые он ей установил.

После построения локальной базы данных возникает проблема построения внутренней структуры композита, которая должна решать следующие задачи:

- выбор (поиск, синтез) структуры композита;
- определение свойств, которыми должен обладать многослойный материал;
- поиск оптимальной технологии изготовления этого композита.

Обобщая опытные данные и теоретические исследования в области получения качественных слоистых конструкций [1–6], задачу поиска структуры многослойного композита можно сформулировать так: при заданных материалах основных слоев и минимальном количестве промежуточных, при обеспечении максимальных эксплуатационных свойств (в первом приближении) построить внутреннюю структуру слоистого материала с учетом условий эксплуатации таким образом, чтобы предупредить развитие нежелательных видов структурной, химической и других видов микронеоднородности на границах слоев, способных резко ухудшить сцепление компонентов разрабатываемого композиционного материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахрачева, Ю. С. Оперативная оценка склонности материалов к хрупкому разрушению при статическом и циклическом нагружении : дисс. ... канд. техн. наук / Ю. С. Бахрачева. – Великий Новгород, 2004. – 126 с.
2. Бахрачева, Ю. С. Оценка вязкости разрушения сталей по результатам контактного деформирования / Ю. С. Бахрачева // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10, Инновационная деятельность. – 2012. – № 6. – С. 53–57.
3. Жданов, С. И. Компьютерный синтез структуры композиционных материалов, обладающих заданными свойствами. Моделирование. Теория, методы и средства: матер. II междунар. научно-практ. конф., Новочеркасск / С. И. Жданов, И. С. Жданов, Н. Н. Жданова ; Южно-Российский государственный технический университет. – Новочеркасск, 2002. – Ч. 3. – С. 43–45
4. Жданов, С. И. Применение средств вычислительной техники на этапе концептуального проектирования изделий и технологий Компьютерное и математическое моделирование в естественных

и технических науках. Четвертая Всеросс. науч. Internet-конф // С. И. Жданов, И. С. Жданов, Н. Н. Жданова; Ин-т математики, физики и информатики Тамбовского гос. ун-та. – Тамбов, 2002. – Вып. 20

5. Жданова Н. Н. Инновационный подход к подбору структуры металлических композитов, работающих в условиях мощного дугового разряда / Н. Н. Жданова, И. С. Жданов // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10, Инновационная деятельность. – 2013. – № 1. – С. 69–72.

6. Жданова, Н. Н. Модификация подхода к выбору структуры материала при помощи информационной системы / Н. Н. Жданова, И. С. Жданов // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10, Инновационная деятельность. – 2012. – № 6. – С. 75–78.

7. Рейнгольд, Э. Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика / Э. Рейнгольд, Ю. Нивергельт, Н. Део. – М.: Мир, 1980. – 476 с.

8. Саати, Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Кернс. – М.: Радио и связь, 1991. – 223 с.

MODIFICATION OF THE COMPUTER SYSTEMS APPROACH IN SEARCH OF THE STRUCTURE OF METAL COMPOSITES WITH THE DESIRED PROPERTIES

Zhdanova Natalya Nikolaevna

Candidate of physical and mathematical sciences associate professor
of the higher and applied mathematics of
Moscow State University of means of communication (MIIT)
pro-sv28@yandex.ru
Bukhantseva St., 28, 400120 Volgograd, Russian Federation

Zhdanov Ivan Sergeevich

Consultant of department of document flow of the ministry of construction of the Volgograd region
pro-sv28@yandex.ru
Kozlovskaja, 39 a, 400074 Volgograd, Russian Federation

Abstract. In this paper we propose a new approach to building a local database for the information system for the selection of the composite structure having the desired properties.

Key words: selection of composites, decomposition of the search problem, the scale of priorities, the information system.