

А. П. Кирпичников, С. А. Ляшева, О. Т. Шипина

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ

Ключевые слова: параметры быстропротекающих процессов, моделирование параметров быстропротекающих процессов, индивидуальные вещества, состав продуктов сгорания.

В работе представлена автоматизированная система для проведения численного эксперимента по моделированию параметров быстропротекающих процессов.

Keywords: parameters of fast processes, simulation parameters of fast processes, individual substances, composition of the products of combustion.

In this an automated system for conducting numerical experiments on modeling parameters of fast processes.

В настоящее время созданы многочисленные конструкции ракетной техники самого разного назначения – от небольших реактивных снарядов до огромных межконтинентальных баллистических ракет и ракет-носителей, способных выводить на околоземную орбиту многотонные космические аппараты и корабли многоразового действия. Во всех ракетах и космических аппаратах установлены жидкостные или твердотопливные двигатели.

Основным источником энергии в ракетных двигателях в настоящее время является химическая энергия топлива. Успехи в развитии ракетной техники в значительной мере определены совершенствованием ракетных топлив, история которых прошла через исследование и испытание многих тысяч различных простых и сложных веществ, их композиций, способов приготовления. К настоящему времени на базе обширного экспериментального материала сложились теоретические подходы к выбору и оценке компонентной базы топлива, его свойствам.

При решении многих научных и технических проблем значительную роль играют вопросы исследования быстропротекающих процессов. Экспериментальные способы исследования процессов такого рода, как правило, дороги, а зачастую вообще не осуществимы. В этих условиях особое значение приобретает выполняемый с использованием компьютера вычислительный эксперимент, который позволяет анализировать состояния, процессы и делать выводы о поведении исследуемых объектов на основании расчетно-теоретических представлений. Актуальным является создание такой автоматизированной системы, которая бы обеспечивала возможность проведения таких экспериментов [1].

Особенностью такой автоматизированной системы является то, что для проведения таких экспериментов необходимый объем исходных данных, которые необходимо подготовить для проведения даже простейших расчетов, довольно велик. При этом малейшая ошибка в данных может полностью обесценить результаты вычислений. Поэтому неотъемлемой частью любой многоцелевой

программы, предназначенной для моделирования новых и модифицированных штатных высокоэнергетических составов, является база данных по свойствам индивидуальных веществ. В базе данных целесообразно хранить также сведения о других физико-химических характеристиках веществ, на основании которых могут быть получены параметры более сложных моделей [4, 5].

Так, разрабатываемая автоматизированная система расчета баллистических характеристик быстропротекающих процессов, может позволить на основании расчетно-теоретических исследований установить, что для увеличения энергетических характеристик составов целесообразно использовать в них определенное количество тех или иных примесей, что в итоге позволит получить оптимальный модифицированный состав. Встроенный анализатор результатов расчета позволяет создавать графические формы, наглядно отображающие зависимость определенных характеристик от количества вещества. Так же в программный комплекс входит база данных, которая включает в себя те данные о веществах, которые необходимы для проведения расчетов баллистических характеристик быстропротекающих процессов. Разработанная система дает возможность различным образом изменять составы, прослеживать изменения их баллистических характеристик и на основе полученных данных делать выводы о высокоэнергетических характеристиках. Это позволит на практике исследователям применять полученные данные при модификации существующих и созданных новых составов, что ускорит процесс эксперимента.

Разрабатываемая система производит моделирование и расчет новых и модифицированных штатных высокоэнергетических составов на основе литературных данных и результатов проведенных теоретических исследований [3].

Исходными данными для разрабатываемой системы являются:

- состав веществ (химическая формула);
- энергетические и термодинамические характеристики веществ;
- состав продуктов сгорания;

– процентное содержание вещества в топливе.

На рис.1, 2 представлены экранные формы автоматизированной системы:

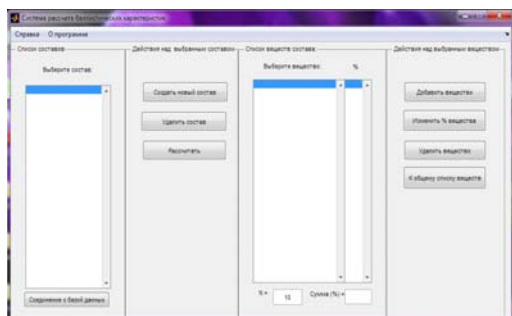


Рис. 1 - Главное окно автоматизированной системы

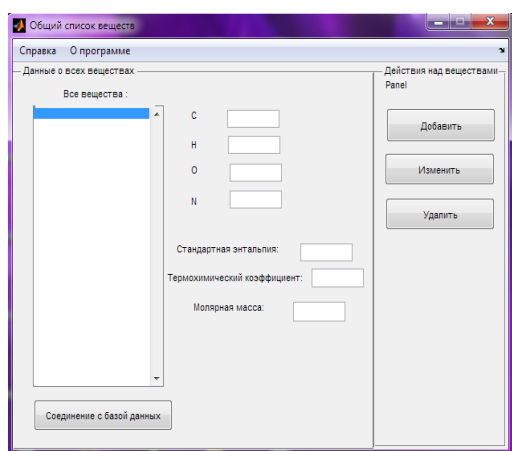


Рис. 2 - Окно веществ из базы данных «Общий список веществ»

Программная реализация автоматизированной системы моделирования параметров быстропротекающих процессов выполнена с помощью пакета прикладных программ для решения задач технических вычислений MATLAB (версии 7.12.0) [2].

Основные преимущества MATLAB, выгодно выделяющие ее среди существующих ныне математических систем и пакетов (MathCad, Mathematica и др.), заключаются в следующем:

– система MATLAB специально создана для проведения именно инженерных расчетов: математический аппарат, используемый ею, предельно приближен к современному математическому аппарату инженера и ученого и опирается на вычисления с матрицами, векторами и комплексными числами; графическое представление функциональных зависимостей здесь организовано в форме, требуемой именно инженерной документацией;

– язык программирования системы MATLAB очень прост, близок к языку Basic, посилен любому начинающему; он содержит всего несколько десятков операторов; незначительное количество операторов здесь компенсируется большим числом процедур и функций, смысл

которых понятен пользователю с соответствующей математической и инженерной подготовкой;

– в отличие от большинства математических систем, MATLAB является открытой системой; это означает, что практически все процедуры и функции MATLAB доступны не только для использования, но и для коррекции и модификации; MATLAB - система, которую пользователь может расширять по своему усмотрению созданными им программами и процедурами (подпрограммами); ее легко приспособить к решению нужных классов задач;

– очень удобна возможность, как составлять, собственные отдельные программы с целью многократного их использования для исследований, так и применять практически все вычислительные возможности системы в режиме чрезвычайно мощного научного калькулятора; это делает MATLAB незаменимым средством проведения научных и инженерных расчетных исследований;

– последние версии MATLAB позволяют легко интегрировать ее с текстовым редактором Word, что дает возможность использовать при составлении текстовых документов вычислительные и графические средства MATLAB.

Возможности системы огромны, а по скорости выполнения задач она опережает многие другие подобные системы. Все эти особенности делают систему MATLAB весьма привлекательной для использования.

Для создания графического интерфейса пользователя использовалась специализированная среда GUIDE, которая входит в состав MATLAB. Для хранения данных о составах и веществах создана база данных «CompBase», которая реализована с помощью MS Access 2007. Access - это реляционная СУБД с интегрированным средством разработки Microsoft SQL-сервер (Structured Query Language) - международный стандарт языка доступа к базам данных.

Основные достоинства Access:

– стандарт Microsoft;
– наиболее оптимальный инструмент из СУБД по показателю "функциональность-стоимость";
– совместимость с другими приложениями Office;

– сжатие базы данных при необходимости экономить место на диске;

– низкие требования к аппаратному обеспечению: Pentium 75, 32 Mb RAM (8 Mb для Access), Windows 95/98.

Связь с базой данных осуществляется через Database Toolbox, входящий в состав пакета MATLAB, который позволяет использовать мощные инструменты анализа данных и визуализации MATLAB для работы с данными, хранящимися в базах данных. Для подключения базы необходимо просто создать используемую базу в той же директории, что и сама программа.

Литература

1. Ляшева С.А. Автоматизация научных исследований характеристик быстропротекающих процессов. Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России [Электронный ресурс]: / III Всероссийские научные Зворыкинские чтения: Сб. тез. докладов III Всероссийской межвузовской научной конференции, Муром, 4 февр. 2011г. – Муром: Изд. - полиграфический центр МИ ВлГУ, 2011. - 2с.
2. Ануфриев И.Е. Самоучитель MatLab 5.3/6.x. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 736 с.: ил.
3. Басырова Д.И., Матренина О.М., Кирпичников А.П. Шипина О.Т., Косточко А.В. Об одном подходе к моделированию функционирования дискретно непрерывных химико-технологических систем // Вестник Казанского технологического университета. – Казань: КНИТУ, 2011. №13. – С. 146-152.
4. Ляшева С.А., Гильмутдинова А.А. Программное обеспечение для автоматизированной системы расчета баллистических характеристик быстропротекающих процессов / МОиН РФ, Академия наук РТ, Гос. образоват. учрежд. ВПО КНИТУ им. А.Н.Туполева, ХУП Туполевские чтения. Сб. трудов международной молодежной научной конференции, г. Казань, 2011г.
5. Ляшева С.А., Гильмутдинова А.А. Программный комплекс для моделирования быстропротекающих процессов / МОиН РФ, Гос. образоват. учрежд. ВПО КНИТУ им. А.Н.Туполева, "Информационные технологии и их приложения". Сб.трудов региональной научно-технической конференции, г. Казань, 2011г. С.48-51.

© **А. П. Кирпичников** – д. ф.-м. н., зав. каф. интеллектуальных систем и управления информационными ресурсами КНИТУ, ekirpichnikov@kstu.ru; **С. А. Ляшева** - к.т.н., доцент кафедры прикладной математики и информатики КНИТУ-КАИ; **О. Т. Шипина** - д.т.н., профессор кафедры химии и технологии высокомолекулярных соединений КНИТУ.

© **A. P. Kirpichnikov** - Dr. Sci, Head of the Department of Intelligent Systems & Information Systems Control, KNRTU, kirpichnikov@kstu.ru; **S. A. Lyasheva** - PhD, Associate Professor of the Department of Applied Mathematics & Informatics, KNRTU-KAI; **O. T. Shipina** - Dr. Sci, Professor of the Department of Chemistry & Technology of High Molecular Weight Compounds, KNRTU.