

Универсальный решатель численных задач для САПР БП 77-30569/287725

11, ноябрь 2011

Ришняк А. Г., Мазуркевич А. О., Петюков А. В.

УДК 623.4.01

МГТУ им. Н.Э. Баумана

rishnyak@mail.ru

lex19900310@yandex.ru

andre1524@rambler.ru

Проектирование боеприпасов (БП) традиционно начиналось с выбора конструктивной схемы (КС). Получая оценки характеристик функционирования с помощью инженерных методик, проектировщик подбирал параметры КС, чтобы удовлетворить требованиям технического задания (ТЗ). Чем больше требований предъявлялось к характеристикам функционирования, и чем жёстче становились эти требования, тем сложнее конструктору подобрать подходящее сочетание параметров, независимо от мощности используемых вычислительных средств. Разработчики столкнулись с неэффективностью традиционных методов проектирования, несмотря на автоматизацию отдельных проектных расчётов.

Классический метод «проб и ошибок» универсален и прост, но применяя его в сложных проектах, проектировщики сталкиваются с дилеммой:

- ограничить поиск найденным удовлетворительным вариантом и своевременно перейти к следующему этапу проектирования;
- продолжить поиск лучшего решения, рискуя нарушить сроки проектирования.

Для оптимального согласования всех определяющих параметров КС по критерию боевой эффективности, при обязательном выполнении тактико-технических требований (ТТТ) и ТЗ, нужны системные средства, с помощью которых можно организовать целенаправленный поиск подходящего проектного решения. Средства оптимального проектирования БП были реализованы в учебно-исследовательской САПР БП «Инженер-М4» на основе интеллектуального пакета прикладных программ (ППП), организующего совместную работу прикладных программ (ПП) в комплексных проектных расчётах.

В современной версии САПР «Инженер-М4» реализован объектно-ориентированный подход (ООП) [1]. В предыдущих версиях САПР впервые в практике оптимального проектирования были применены программы двумерного численного моделирования, основанные на решении задач механики сплошной среды (МСС). Продуманная организация расчетов в САПР оказалась благоприятной для эффективного проведения трудоемких двумерных расчетов. С применением ООП в численном моделировании можно ожидать еще более существенных преимуществ. В частности, разработчик может отложить определение окончательной КС до получения результатов решения задач предварительного системного анализа средствами интеллектуальной САПР. В качестве примера можно привести схему расчёта БП в САПР «Инженер-М4» (Рис. 1).

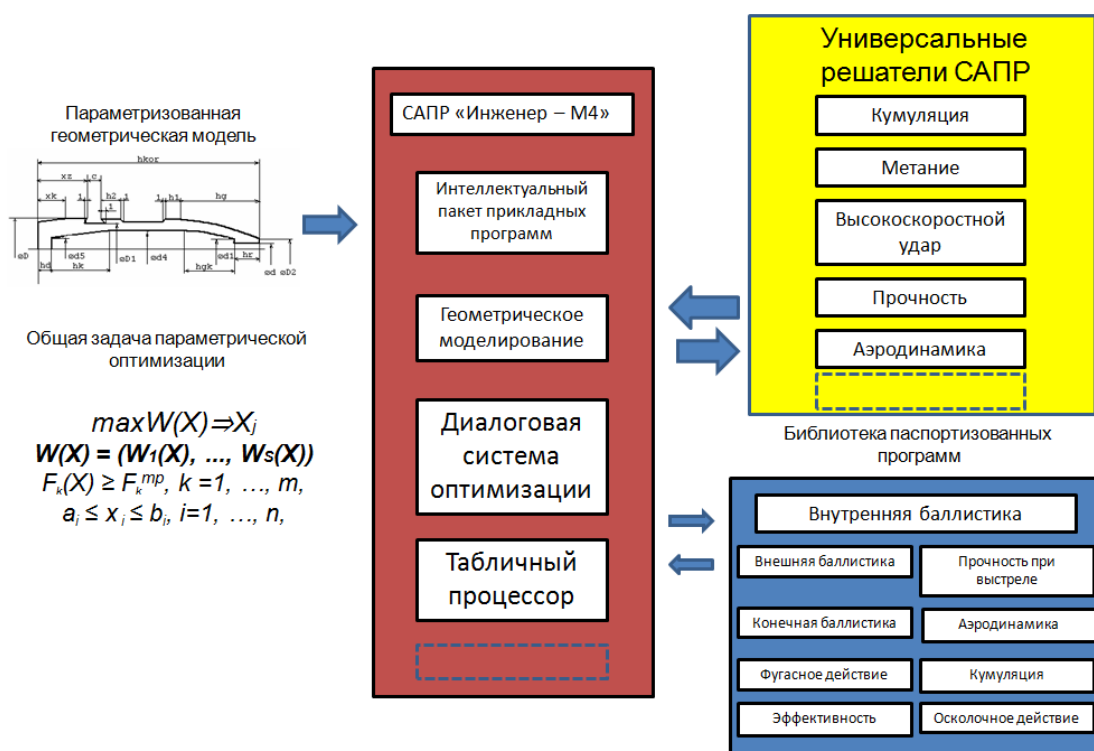


Рис. 1. Схема расчёта БП в САПР «Инженер-М4»

На сегодняшний день существует множество иностранных коммерческих вычислительных пакетов: Ansys, Autodyn, LS-DYNA. Использовать их в проектных расчётах не всегда удобно, учитывая особенности проектных разработок по оборонной тематике, закрытость программного кода, недоступность некоторых результатов расчёта, высокую стоимость пакетов. Кроме того, оптимальное проектирование отличается от прямых расчетов тем, что приходится решать обратную задачу подбора параметров,

обеспечивающих выполнение условий ТЗ. Необходимо также учитывать широкий диапазон условий функционирования, случайные факторы.

Для решения задач физики взрыва и удара с использованием средств интеллектуальной ОО САПР «Инженер-М4» разработан универсальный численный решатель с поддержкой визуального интерактивного пользовательского интерфейса. В основу универсального решателя был положен метод свободных лагранжевых точек. Суть этого метода изложена в [2].

Имеется возможность экспорта и редактирования геометрии, сохранения постановки задачи в формате САПР БП «Инженер-М4», вывода решения в любом удобном для пользователя виде. Данный программный продукт можно использовать отдельно от САПР «Инженер-М4». В будущем будет осуществлена поддержка баз данных свойств материалов с возможностью создания пользовательских УРС и моделей прочности, поддержка разных методов решения задач и использования имитационной модели. Можно будет производить сравнение результатов расчёта между различными численными методами.

Использование имитационной модели позволит учесть случайные воздействия, проводить вероятностные оценки при проектировании БП.

Постановка задачи начинается с определения расчётной области. Затем вводится количество ячеек и создается модель геометрии для расчетных областей. После этого производится заливка областей цветом, соответствующим материалу, и определение начальных и граничных условий (рис. 2).

а

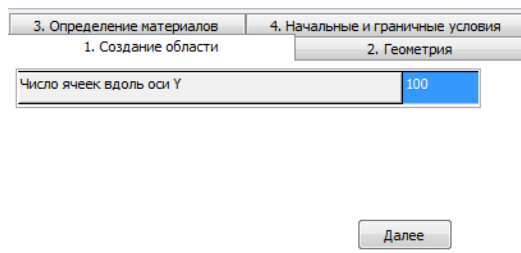
3. Определение материалов		4. Начальные и граничные условия	
1. Создание области		2. Геометрия	
Размер расчётной области, X	100		
Размер расчётной области, Y	100		

Далее

б

3. Определение материалов		4. Начальные и граничные условия	
1. Создание области		2. Геометрия	
Число ячеек вдоль оси X <= 1449	100		

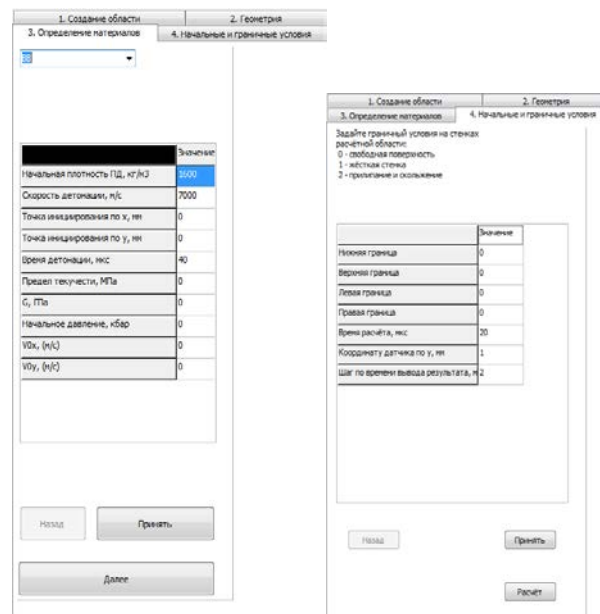
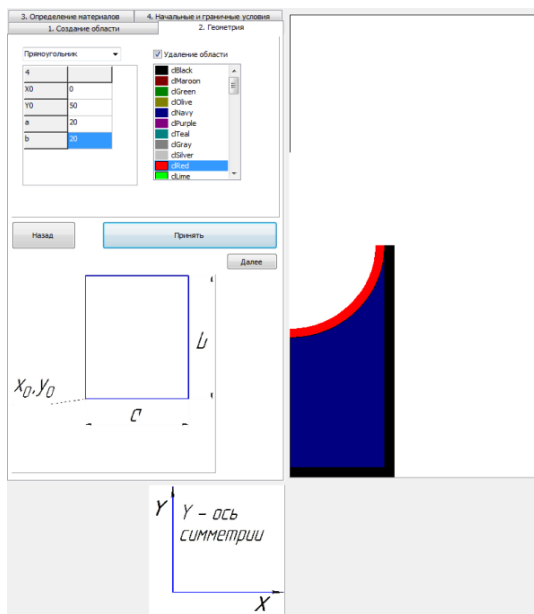
Далее



3. Определение материалов		4. Начальные и граничные условия	
1. Создание области		2. Геометрия	
Параметр области	Значение		
Размер области по X	103		
Размер области по Y	103		
Количество ячеек по X	103		
Количество ячеек по Y	103		
Размер ячейки dx	1		
Размер ячейки dy	1		
Суммарное количество ячеек	10609		

б

г



д

е

ж

Рис.2. Постановка задачи образование ПЦ-облицовки в интерфейсе:

а – создание расчётной области; б,в – ввод количества ячеек вдоль оси x и y;

г – просмотр введённых данных об области; д – создание геометрии; е – присвоение материалов каждой области; ж – задание начальных и граничных условий

Заключение

ООП не только упрощает передачу данных между САПР «Инженер-М4» и решателем, но и позволяет использовать имитационные модели, с помощью которых можно будет оценить влияние ряда параметров на поведение модели в целом. В имитационной модели используется вероятностная математическая модель, что позволяет учитывать влияние случайных воздействий и получать вероятностную оценку основных характеристик системы в комплексе случайных воздействий. Тем самым решается задача оценки поражающего действия при случайных условиях встречи БП с целью и вычисления

показателей боевой эффективности. Использование данной технологии позволит существенно повысить эффективность процесса проектирования БП.

Список литературы

1. Ришняк А.Г., Ладов С.В., Пронозов А.Г. / Анализ комплексного воздействия малогабаритных торпед на подводные цели на основе объектного подхода. //Оборонная техника. М., 2008. №2. С. 33 – 38.
2. Расчёт проникания недеформируемых ударников в малопрочные преграды с использованием данных пьезоакселерометрии / В.А.Велданов [и др.] // Журнал технической физики. 2011. Т. 81. выпуск 7. С. 96 – 98.