

Последовательность и структура передачи данных между элементами интеллектуальной системы проектирования машин импульсного действия для обработки металла

Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»

Рассмотрены последовательность и методика проектирования элементов машин импульсного (высокоскоростного) действия для обработки металла с применением систем автоматизированного проектирования, структура передаваемых данных с использованием API-функций САПР, особенности работы модулей разрабатываемой системы при передаче данных между модулями (в прямом и обратном направлениях).

Ключевые слова: технологический процесс, обработка металлов давлением, импульсная (высокоскоростная) обработка, нагружение, интеллектуальная система проектирования машин импульсного действия, численное моделирование, теория принятия решений.

Введение

В настоящее время применение машин импульсного (высокоскоростного) действия для обработки металла (машин импульсной резки, высокоскоростного брикетирования, гидродинамической штамповки и др.) перспективно, поскольку такие машины обладают рядом технологических, экономических и других преимуществ по сравнению с традиционным оборудованием для обработки давлением [1].

Все более активно развиваются и используются современная компьютерная техника, системы автоматизированного проектирования (САПР) и численного анализа с применением метода конечных элементов (МКЭ). Это обуславливает ряд особенностей процесса проектирования импульсного оборудования. При использовании современных компьютерно-интегрированных технологий можно сократить расходы на проведение натурных экспериментов, частично заменив их численным исследованием рассматриваемых процессов [2, 3 и др.].

Используя расширяемую библиотеку типовых элементов конструкций импульсного оборудования, геометрические параметры которых задаются на основе анализа данных натурных экспериментов с последующим уточнением (на основе результатов численного моделирования, в том числе с использованием теории принятия оптимальных решений), можно спроектировать (синтезировать) трехмерную твердотельную геометрию элементов импульсных машин. На основе сформированной геометрии машины после доработки инженером-технологом можно окончательно получить рабочие чертежи деталей высокоскоростного оборудования.

Цель работы – исследование структуры и последовательности передачи данных между элементами (модулями) интеллектуальной системы проектирования машин импульсного действия для обработки металла (ИСП).

В качестве набора *входных (исходных) данных* служит матрица требований заказчика, включающая в себя тип машины, параметры обрабатываемых заготовок (размеры, температура), а также другие исходные параметры (рисунок).

Заданные входные параметры обработки определяют *энергетические параметры*, которые в первом приближении находят на основе имеющейся базы по ранее проведенным натурным экспериментам, а также из результатов поискового (начального) численного моделирования.

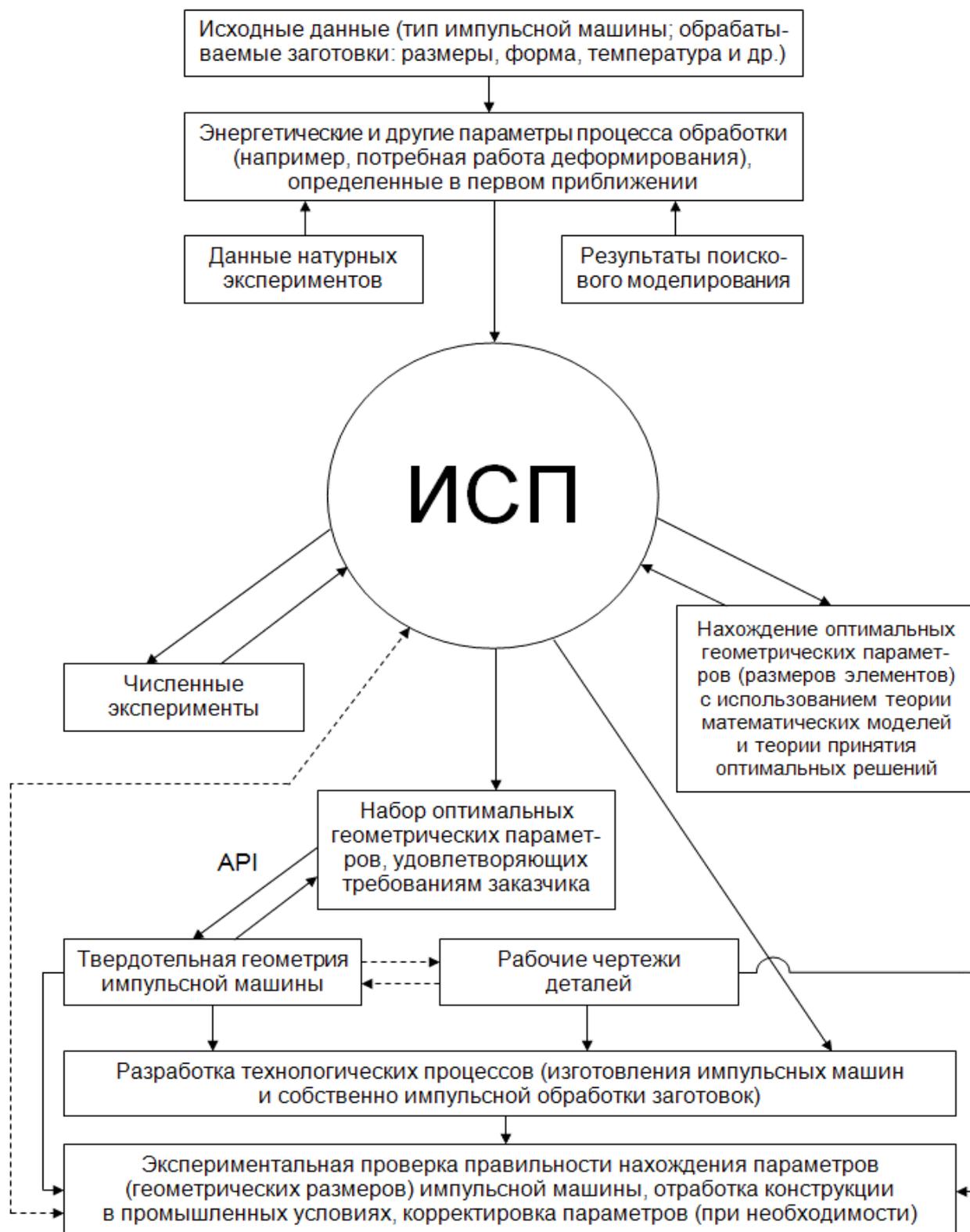


Схема передачи данных между элементами ИСП

Полученные энергетические параметры передают в интеллектуальную систему проектирования импульсных машин, которая осуществляет их проверку и уточнение. При этом используют теорию математических моделей и теорию приня-

тия оптимальных решений. Численные модели процессов обработки позволяют проанализировать напряженно-деформированное состояние заготовки и определить основные *энергосиловые параметры* процессов деформирования.

На основании найденных оптимальных *геометрических параметров* система ИСП в автоматизированном либо автоматическом режиме формирует трехмерную твердотельную модель импульсной машины, чертежи деталей, а также технологические процессы обработки. На этом этапе используют API-функции САПР для передачи параметров, причем данные передаются в прямом и обратном направлениях (от ИСП к САПР и обратно). Такая передача данных позволяет ИСП взаимодействовать с САПР, а также с инженером-технологом, т. е. реализовывать автоматизированное проектирование импульсного оборудования.

На завершающем этапе высокоскоростную машину изготавливают «в металле», после чего проводят отработку ее конструкции в промышленных условиях, где могут быть выявлены недостатки, которые можно устранить, осуществив корректировку параметров (энергетических, геометрических, в некоторых случаях исходных). Для этих целей необходимо использовать модуль корректировки ИСП.

Разрабатываемая система проектирования импульсных машин имеет модульную структуру:

- базовым модулем системы является *модуль твердотельных параметрических моделей геометрии элементов импульсных машин (CAD)*, включающий в себя также параметрические модели соответствующих цехов и входящего в их состав оборудования; модуль представляет собой библиотеку типовых элементов с возможностью внесения изменений и разработки новых конструкций;

- *модуль автоматизированного проектирования элементов импульсного оборудования (CAD)* применяет САПР (например, SolidWorks) для создания необходимой геометрии элементов импульсной машины в автоматизированном (диалоговом) режиме;

- *модуль расчета элементов импульсных машин на прочность и численного конечно-элементного анализа импульсных процессов (CAE)* использует в качестве основного метода решения задач метод конечных элементов и позволяет проводить численный анализ различных процессов: деформирования заготовки, работы элементов импульсной машины, смесеобразования внутри рабочих полостей и др.;

- *модуль автоматизированного создания управляющих программ для СЧПУ (CAM)* дает возможность на основании твердотельной геометрии деталей импульсной машины разрабатывать управляющие программы для обработки на станках с числовым программным управлением (СЧПУ);

- *модуль оптимального выбора параметров обработки* (энергия, количество топлива, управление процессом и др.) – один из основных модулей ИСП, позволяющий применять результаты численных экспериментов и моделирования с использованием теории принятия оптимальных решений для нахождения экстремальных (оптимальных) значений параметров (энергетических параметров обработки и геометрических параметров импульсной машины);

- *модуль корректировки параметров* дает возможность уточнять (изменять) найденные параметры в соответствии с рекомендациями, полученными в процессе экспериментальной отработки конструкции высокоскоростной машины в промышленных условиях;

- *модуль автоматизированного создания технологических процессов* позволяет генерировать технологические процессы импульсной обработки загото-

вок и процессы изготовления элементов высокоскоростного оборудования;
– *модуль разработки демонстрационных моделей импульсных агрегатов и прилегающего оборудования для заказчика* дает возможность формировать анимации и презентации, иллюстрирующие работу импульсного оборудования и прилегающих объектов для заказчика.

Выводы

1. Рассмотрена последовательность и структура передачи данных между модулями (элементами) интеллектуальной системы проектирования машин импульсного действия для обработки металла.

2. Заданные исходные данные определяют потребные для обработки энергетические параметры, на основании которых (после их обработки и уточнения) формируются оптимальные геометрические параметры импульсной машины.

3. Обмен данными между ИСП и САПР происходит в прямом и обратном направлениях, что позволяет уточнить найденные параметры, а также подключить инженера-технолога к проектированию высокоскоростного оборудования.

4. В процессе промышленной отработки конструкции можно проверить правильность нахождения геометрических параметров и осуществить их корректировку.

Список литературы

1. Импульсная резка горячего металла [Текст] / В. С. Кривцов, А. Ю. Боташев, А. Н. Застела и др. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2005. – 476 с.

2. Величко, Т. М. Разработка численной модели импульсной резки авиационных материалов, учитывающей деформацию ножей [Текст] / Т. М. Величко, Е. Е. Хитрых, А. В. Маковецкий // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм ун-та им. Н. Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 59. – Х., 2013. – С. 72 – 76.

3. Определение основных параметров при разработке численных моделей импульсной резки сортовых заготовок из высокопрочных сталей для изделий аэрокосмической техники [Текст] / А. Н. Застела, Ю. В. Солошенко, Е. Е. Хитрых и др. // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм ун-та им. Н. Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 2 (74). – Х., 2013. – С. 74 – 83.

Рецензент: д-р техн. наук, с. н. с. Бычков И. В.,
Национальный аэрокосмический университет
им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт»
Поступила в редакцию 15.05.2014

Послідовність і структура пересилання даних між елементами інтелектуальної системи проектування машин імпульсної дії для оброблення металу

Розглянуто послідовність і методику проектування елементів машин імпульсної (високошвидкісної) дії для оброблення металу з використанням систем автоматизованого проектування, структуру даних, що передаються, із застосуванням API-функцій САПР, особливості роботи модулів системи, що розробляється, при пересиланні даних між модулями (у прямому та зворотному напрямках).

Ключові слова: технологічний процес, оброблення металів тиском, імпульсне (високошвидкісне) оброблення, навантаження, інтелектуальна система проектування машин імпульсної дії, числове моделювання, теорія ухвалення рішень.

Sequence and Structure of Data transferred between Elements of intellectual System for Designing of impulse Machines for Metalworking

The article investigates a sequence and methodology of designing of elements for impulse (high-speed) machines for metalworking by use of CAD systems, structure of transferred data via API functions of CAD systems, peculiarities of developed system's modules work during data transfer between modules (forth and back).

Keywords: manufacturing process, plastic metalworking, impulse (high-speed) metalworking, loading, intellectual system for designing of impulse machines, numerical modeling, decision theory.