

ОПЫТ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Э.А. Симсон, С.А. Назаренко, В.А. Солошенко

Розглядаються задачі оптимального проектування реальних машинобудівних конструкцій, виконані в НДЛ «Оптимізація конструкцій» ХДПУ за допомогою САД/САЕ на базі методів скінченних елементів, аналізу чутливості та ін. Приводяться перспективи розвитку систем проектування, аналізу й оптимізації механічних конструкцій у наступному столітті.

В связи с 115-й годовщиной ХГПУ, 70-летием инженерно-физического факультета, на рубеже веков можно позволить оглянуться на достигнутые результаты и заглянуть в ближайшее будущее.

Сегодня с уверенностью можно сказать, что некогда чисто теоретическое направление оптимизации относительно простых континуальных систем по механическим критериям (на базе принципа максимума Понтрягина), предложенное проф. В.Б.Гриневым и положенное в основу при формировании НИЛ «Оптимизация конструкций» ХГПУ (выпускниками кафедры «Динамики и прочности машин») впоследствии, с расширением этих подходов на дискретные системы, приобрело конкретную практическую направленность и позволило на протяжении последних 20 лет решить ряд важных задач оптимизации – от элементов советского «Бурана» до медицинских и технологических ультразвуковых приборов.

Безусловно наибольшим результатом стало участие ученых лаборатории (научный руководитель - Э.А. Симсон) в разработке теоретических основ автоматизированного оптимального проектирования конструкций машин и приборов, создании на этой базе образцов современной техники с освоением серийного отечественного производства нового поколения конкурентоспособных турбокомпрессорных систем, отмеченных Государственной премией Украины в области науки и техники за 1997г.

Это - турбокомпрессоры ДВС транспортного и сельскохозяйственного машиностроения, ВПК; компрессоры для нефтяных, газовых и нефтеперерабатывающих отраслей, энергетики, угольной и судостроительной промышленности; тягодутьевые машины для металлургической и судостроительной промышленности; гидротурбин для энергетического машиностроения. Практическая направленность этих работ определила следующие их характерные черты, актуальные и сегодня:

- требования к точности геометрических моделей реальных исследуемых элементов, эффективности и универсальности повлияли на выбор метода анализа – МКЭ; естественно, разрабатываемые методы оптимизации также ориентировались на полученные модели (Рис. 1-9);
- созданный аппарат решения задач оптимального проектирования на базе метода конечных элементов и теории анализа чувствительности (АЧ) применительно к сложному нагружению конструкций позволил не только варьировать огромным числом конструктивных параметров (например, всеми узлами КЭ сетки) при оптимизации, но и позволил ставить и решать ряд технологических задач по картине АЧ (Рис. 10 - 11);
- строго математические постановки задачи оптимизации по выбранному механическому критерию отдельных элементов дополнились методами практической многокритериальной (компромиссной в смысле обеспечения прочности по отношению к основным функциям), многоступенчатой оптимизации мультифизичной модели (или ряда моделей) реальной машины; например, проблемы обеспечения статической, динамической, температурной прочности ротора турбокомпрессора для наддува ДВС резко обостряются после проведения газодинамической оптимизации конструкции, учета технологических ограничений и т.д.;
- оптимальные проекты на этапе внедрения только дополнялись дорогостоящими поверочными натурными экспериментами, существенно сокращая этап технологической подготовки к серийному внедрению.

НИЛ «ОптиКон» и сегодня сохраняет связи с ведущими машиностроительными предприятиями Украины и Харьковского региона. Кризис многих машиностроительных производств заставляет задуматься и искать новые пути его решения. Очевидно, что старый подход к проектированию, так называемое «проектирование по аналогу» с последующей экспериментальной доводкой неприемлем ввиду резкого удорожания энерго- и материальных ресурсов, слабой нацеленности на жесткую рыночную конкуренцию с требованиями снижения сроков проектирования, высокого качества, минимальной цены, роста номенклатуры изделий одновременно со снижением тиража, да еще и учетом специфических пожеланий заказчика.

С другой стороны – стремительный рост возможностей компьютерной техники (вспомним «закон Мура»); возникновение относительно полнофункциональных и недорогих твердотельных САД систем, интегрированных с САМ и станками с ЧПУ; и, наконец, оформление большинства эффективных прикладных научных разработок в виде компьютерных систем анализа (САЕ). Анализ динамики развития САЕ-систем позволяет выделить следующие основные тенденции и актуальные направления: многодисциплинарность (в рамках одного пакета и интеграцией разнородных САЕ), повышение скорости и эффективности (за счет сетевых Internet-технологий, многопроцессорности и параллелизации вычислений), повышение доступности «тяжелых» САД. Это, без сомнения, наше будущее.

А сегодня перед отечественными учеными стоит задача, осваивая мировой опыт (безусловно, более доступный, чем ранее), сохранить и интегрировать имеющиеся разработки, повысить конкурентоспособность отечественной техники на внешних рынках, научиться эффективно добиваться максимального практического результата при минимальных стоимостных затратах. Вот такая, с позволения сказать, оптимизационная задача со своими «нелинейностями и ограничениями».