

В.П. Коломиец, А.Г. Харченко

МЕТОДИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДЛЯ ОБРАБОТКИ И ГРАФИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ
РЕЗУЛЬТАТОВ СТАТИЧЕСКИХ И ТЕПЛОВЫХ ИСПЫТАНИЙ
САМОЛЕТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

(М о с к в а)

Научно-техническая революция требует эффективного решения задач, связанных с проектированием и созданием новых конструкций летательных аппаратов, в том числе задач экспериментального исследования прочности натуральных конструкций и их агрегатов.

Еще 10 лет тому назад в области прочностного эксперимента господствовал малопродуктивный ручной труд. Первая автоматическая измерительная система была введена в строй в 1968 году. С тех пор сменились поколения ЭВМ, появились быстродействующие измерительные системы с числом каналов измерения до 8000, многоканальные системы для автоматического нагружения и нагрева конструкций. Коренным образом изменилась техника эксперимента, и это потребовало разработки новой, машинной методики анализа результатов эксперимента, полностью отличающейся от методов ручной графоаналитической обработки.

Одновременно с качественными изменениями экспериментальной базы шел быстрый качественный рост производительных сил в области математического обеспечения измерительно-информационных систем и обработки результатов эксперимента.

С самого начала пришлось столкнуться с принципиальными трудностями, связанными с системной разобщенностью и низкой производительностью труда программистов, с одной стороны, и необходимостью разработки сложнейших систем математического обеспечения, с другой стороны. Между тем, количество датчиков и требования к качеству обработки измерительной информации непрерывно возрастают. Достаточно сказать, что за последние 10 лет длина программ анализа результатов статических испытаний возрасла в 10 раз и составляет сейчас 100-120 тысяч байт информации. Этот закономерный процесс усложнения программ привел к тому, что составление отдельной программы в требуемые сроки становится непосильной задачей для одного программиста.

Итак, первая принципиальная проблема, которую надо было решить, вообще не была связана с экспериментом, а состояла в том, чтобы устранить системную разобщенность труда программистов и перейти от индивидуальных методов разработки математического обеспечения к коллективным. Эта проблема была решена на ЭВМ М-222 разработкой системного математического обеспечения банка данных общим объемом около 10000 команд. Необходимым условием для создания банка данных было появление более совершенных машин, обладающих теми минимальными техническими характеристиками, без которых его создание было бы невозможным.

Разработка системного математического обеспечения банка данных означала по сути переход от примитивных "мануфактурных" способов оставления программ к высокопроизводительным индустриальным методам производства математического обеспечения со специализацией и разделением труда программистов.

Математическое обеспечение в целом построено по иерархическому принципу. На нижнем уровне находятся рабочие программы, на среднем — системное математическое обеспечение банка данных и на верхнем уровне — специальные блоки в программе диспетчера.

Для анализа результатов статических испытаний разработана общая методика, пригодная для измерительных систем всех типов, а также для одиночной и групповой обработки, показаний датчиков и розеток различного типа. Составлена программа, которая одна осуществляет все виды обработки измерительной информации при числе датчиков до 8184, результаты счета выдает в виде готового технического отчета с приложением графиков и эпюр. Эта же программа служит для прогнозирования всех параметров напряженно-деформированного состояния конструкции на другой уровень нагрузок при их пропорциональном изменении, т.е. в пределах одного расчетного случая.

Применение многоканальных систем нагружения позволило повысить точность приложения внешних нагрузок, осуществить непропорциональное нагружение и получить матрицу влияния внешних нагрузок на измеренные датчиками параметры напряженно-деформированного состояния конструкции в многомерном пространстве внешних нагрузок. Это дает возможность прогнозировать результаты эксперимента на любую комбинацию внешних нагрузок, охватывающих уже целый ряд расчетных случаев. Такой экспериментально-теоретический ме-

тод обладает рядом преимуществ как по сравнению с экспериментальным, так и по сравнению с теоретическим методом.

Не секрет, что получаемые в настоящее время огромные объемы экспериментальной информации теряются практически бесполезно. Развитие экспериментально-теоретических методов позволит использовать эту информацию в качестве своего рода точных исходных данных взамен упрощающих гипотез, обычных в чисто теоретических методах.

Для анализа результатов тепловых испытаний разработана методика, которая пригодна для систем всех типов, а также для одиночной и групповой обработки показаний датчиков и розеток различного типа. Поскольку процессы нагрева и теплообмена являются динамическими процессами, которые невозможно приостановить на время регистрации, все показания датчиков пересчитываются к единой системе отсчета времени. Составлена программа, которая одна осуществляет полную обработку результатов теплового эксперимента при числе датчиков до 4094, результаты отсчета выдает в виде готового технического отчета с приложением графиков изменения соответствующих параметров по времени.

В области прочностного эксперимента графическое представление результатов является традиционным хотя бы потому, что ручная обработка данных была графоаналитической. Поэтому было создано математическое обеспечение для графического представления результатов прочностного эксперимента. Следует отметить, что выполнение графических работ с помощью ЭВМ относится к числу сложных и трудно формализуемых задач, что потребовало, прежде всего, простоты разработки методики и алгоритмов управления импортными шаговыми графопостроителями с помощью отечественных ЭВМ. Затем были разработаны специализированные алгоритмы применительно к задачам прочностного эксперимента и лишь затем на их основе разработано математическое обеспечение для получения следующей графической продукции:

- расчетных зависимостей и показаний одиночных датчиков;
- эпюр изменения напряжений по сечениям конструкции;
- изменения параметров напряженно-деформированного состояния конструкции во времени при тепловых испытаниях.

Автоматизация графических работ позволила полностью устранить

тупой труд при обработке результатов эксперимента и представить результаты счета в удобном для визуального анализа виде.

И.А. Вериников, С.С. Попов, В.С. Тарасов

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБМЕРА ФОТОИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИНИ-ЭВМ

(Л е н и н г р а д)

В широком классе экспериментов, использующих оптические методы, обработка результатов сводится к обмеру фотоизображений с целью определения взаимного расположения отдельных деталей. Достаточно назвать оптический спектральный анализ, интерферометрию и фотографические способы регистрации положения движущихся тел. Во всех этих случаях результат наблюдения — фотоизображение. Количественная оценка результатов эксперимента по фотоизображениям требует значительных затрат времени. В известных системах автоматизации обработки фотоизображений [1], [2] обычно применяют построчное сканирование всего изображения или большей его части при вводе в ЭВМ. Это приводит к необходимости хранения больших массивов информации, к трудностям поиска нужных для обработки частей изображения и значительным затратам времени даже при использовании быстродействующих вычислительных средств.

Разработанная нами автоматизированная система предназначена для обмера прозрачных фотоизображений. При решении этой задачи используется локальная обработка фрагментов изображений. Основная доля обработки выполняется программными и аппаратными средствами и лишь в малой степени в анализе изображений участвует оператор. Обмеряемые детали выбираются оператором, а сам обмер проходит в диалоговом режиме. Переход к локальной обработке фрагментов изображения допускает использование в системе мини-ЭВМ.

Автоматизированная система обмера фотоизображений включает в себя:

- двухкоординатный обмерный стол с оптической системой для процирования прозрачного фотоизображения в плоскость фотоприемника;
- матричный фотоприемник МФ-6;
- устройство фильтрации изображения в поле фотоприемника;