







Поля значений $n_s = 40 \dots 80$ при различных ω

ω , c^{-1}	Поле значений n_s для $\omega = \text{const.}$	Обозначение величины линии уровня $n_s = \text{const.}$
314		
628		
1047		

Границы значений n_s укладываются в диапазон значений $n_s = 40 \dots 80$, удовлетворяющих всем реально возможным сочетаниям расхода рабочего тела и гидравлического сопротивления циркуляционного тракта МГС. Интервал $n_s \leq 80$ означает, что для систем КА с активной циркуляцией рабочего тела требуются центробежные нагнетатели, относящиеся к классу тихоходных. Наложение двух полей в средней части графика указывает на то, что в этой зоне возможны 2 режима работы нагнетателя: с угловой частотой $\omega = 1047 \cdot c^{-1}$ или $\omega = 628 \cdot c^{-1}$ и соответствующим значением коэффициента быстроходности n_s , не выходящим за рамки диапазона $n_s = 40 \dots 80$.

Технология обнаружения и устранения дефектов ротора ГТД

Ерошков В.Ю.

Рыбинская государственная авиационная технологическая академия им. П.А.Соловьева

Обеспечение качества роторов газотурбинных двигателей (ГТД) является комплексной проблемой, реализация которой охватывает и стадию проектирования конструкции, и стадию изготовления составляющих деталей, и, конечно, стадию сборки. В этих условиях особую значимость приобретают вопросы своевременного обнаружения и устранения дефектов на всех стадиях его производства.

При этом значительное количество времени приходится затрачивать на выяснение причин дефектов, оформления необходимых документов на их исправление, проведения многократных переборок ротора и повторных испытаний. Все эти мероприятия приводят к срыву сроков сдачи изделия, увеличивают затраты на его производство. При этом, не смотря на то, что в каждом конкретном случае проводятся корректирующие действия для устранения указанных причин несоответствий, повторяемость дефектов при сборке следующих машин не становится меньше. Это говорит о том, что требуется более тщательная, детальная проработка указанных дефектов.

Для того чтобы своевременно обнаружить дефекты ротора, выполнить их точную качественную и количественную оценку, и, используя полученную информацию, устранить их или скомпенсировать необходимо сделать следующее:

1. *Разработать адекватную математическую модель контроля каждой конкретной детали или сборочной единицы.* Современная метрологическая наука в большей части ограничивается только проблемой близости результатов измерений истинным значениям измеряемой величины. При этом тот факт, что истинное значение измеряемой величины лишь приближенно отражает то свойство реального объекта, для точного количественного определения которого ставится задача измерений, чаще всего не рассматривается. Методика выбора адекватных для конкретных задач моделей объектов измерений является в настоящее время "белым пятном" в науке.

Для решения этой проблемы этого необходимо выполнить математическое описание процесса измерения, что позволит существенно сократить непосредственный процесс измерения; унифицировать геометрические характеристики, что значительно снизит объем измерений и существенно уменьшит разнообразие методов и средств измерения; установить функциональные связи между методами измерения отклонений геометрических характеристик и качеством работы машины; установить функциональные связи между геометрическими характеристиками контролируемого объекта.

2. *Отказаться от субъективных ручных методов измерений, использовать автоматизированную технологию измерений и технические средства, позволяющие внедрять измерения в процесс изготовления в реальном масштабе времени.* Необходимо использовать такие измерительные средства (СИ), которые должны соответствовать требованиям автоматизации процесса измерения. СИ должно соответствовать высокому техническому уровню, в нем должны использоваться современные измерительные датчики, преобразователи, регистрирующие и показывающие элементы. СИ должно выдавать информацию в форме, удобной для дальнейшей компьютерной обработки, быть совместимой с ЭВМ.

3. *Выполнить экономическую оптимизацию стоимости обеспечения качества.* Затраты на брак, доработку и гарантийное обслуживание необходимо сопоставлять с затратами на контроль и измерения. При этом следует помнить о том, что в современных условиях научно-технического прогресса существует постоянный рост требований к качеству изготовления деталей, при этом без использования современной технологии измерений иногда просто невозможно обеспечить контроль качества заданных параметров деталей, изготовленных на современном

высокоточном оборудовании. В этом случае приходится идти на любые расходы уже с точки зрения не экономической, а технической необходимости.

4. *Объективно и в полном объеме использовать информацию, получаемую в процессе контроля.* Очень часто информация о действительных показателях качества деталей, получаемая при их контроле, практически не используется, или используется не в полной мере. Задача контроля – своевременно обнаружить дефекты деталей и сборочных единиц, которые могут существенным образом влиять на качество изделия на всех последующих этапах его жизненного цикла. Полученная достоверная информация о возникновении того или иного дефекта и его точном числовом значении должна быть использована для выяснения причины дефекта и его своевременного устранения.

5. *Выполнить повышение квалификации специалистов, занятых контрольными, измерительными операциями, обработкой полученных данных.* В отличие от колоссального роста и возможностей техники измерений и контроля существенно отстает ее практическое использование. Причиной такого отставания являются препятствия, вызываемые боязнью и недостаточной квалификацией при подготовке и проведении измерений с применением современной вычислительной техники. Обучение и повышение квалификации специалистов, последующее внедрение современной техники измерений даст возможность увидеть технические процессы на экранах ПК в реальном масштабе времени, оценить качественно и количественно результат любого сложного технологического процесса.

Приложение дисперсионного анализа к анализу статистической устойчивости экспериментальных данных

Каталажнова И. Н.

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

Обработка имеющихся экспериментальных данных проводится, как правило, по схеме "нелинейная физическая модель + линейная модель ошибки". В этом случае все экспериментальные величины описываются уравнением:

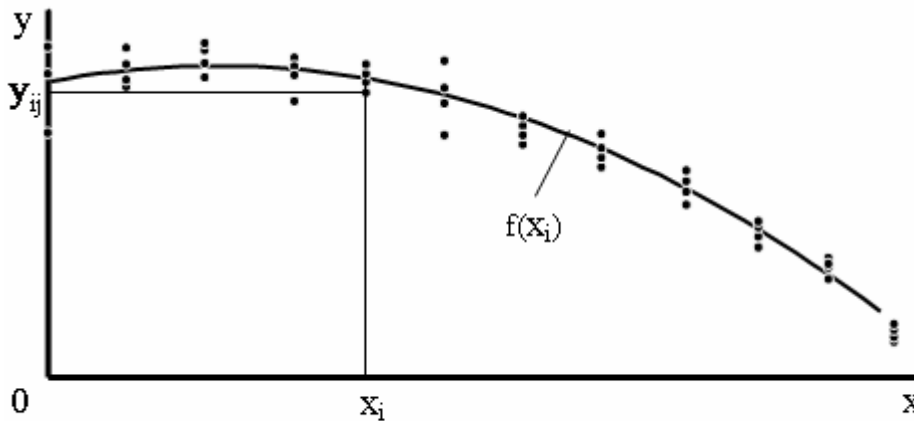
$$y_{ij} = f(x_i) + e_{ij}, \quad (1)$$

где: индекс i нумерует разные эксперименты (см. ниже расположенный рисунок), индекс j - номер экспериментальной точки внутри эксперимента, f - нелинейная функциональная зависимость между y и x , e_{ij} - погрешность измерения.

В научных исследованиях с многократно повторяющимися экспериментами, проводимыми в одинаковых условиях, наблюдается рассеивание экспериментальных данных из-за влияния на систему измерения непрогнозируемых физических факторов. Рассмотрим возможность оценки влияния случайной погрешности измерения на устойчивость экспериментальных данных с помощью дисперсионного анализа получаемых результатов.

Статистическую обработку результатов экспериментов методами дисперсионного анализа можно провести по схеме:

$$Y_{ij} = a + I_i + e_{ij}, \quad (2)$$



Графическое представление экспериментальных данных

где: Y_{ij} - значение результативного признака Y , зафиксированного при j наблюдении на i уровне влияющего фактора; a - математическое ожидание признака Y всех измерений: $a = \bar{Y}$, $\bar{Y} = \frac{\sum_{i,j} Y_{ij}}{n}$;

λ_i - генеральный эффект влияния X на результативный признак Y , вызванный i уровнем влияющего

фактора, $I_i = a_i - a$, где a_i - средняя измерений на i -уровне; e_{ij} - случайный остаток, отражающий влияние на результативный признак Y_{ij} всех случайных факторов, причём $e_{ij} = N(0; s_o)$.

Результат каждого измерения содержит систематическую ошибку, учитываемую генеральным эффектом влияния X на результативный признак Y ,