

- где. Π - фактически зафиксированное в эксплуатации число отказов;
 $\Delta\Pi$ - число конструктивных отказов, для устранения которых проведены эффективные доработки (эффективность доработок, если она неочевидна, должна быть подтверждена экспериментом);
 Λ - число попыток срабатывания.

В ы в о д ы

I. Определение количественных характеристик надежности самолетных конструкций и систем на этапе общей сборки позволит качественно оценить их и при необходимости принять определенные меры к улучшению качества и повышению надежности выпускаемых изделий.

Л и т е р а т у р а

1. В а л ь д А. Последовательный анализ. М.: Физматгиз, 1960.
2. В е н т ц е л ь Е.С. Теория вероятностей. М.: Физматгиз, 1962.
3. Ш о р Я.Б. Статистические методы анализа и контроля качества и надежности. М.: Советское радио, 1962.
4. К о с т о ч к и н В.В. Надежность авиационных двигателей. М.: Машиностроение, 1976.

УДК 621.757:629.7

Ф.Ш.Данильченко, В.В.Завгородний

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА УРОВНЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ АГРЕГАТНО-СБОРОЧНЫХ ЦЕХОВ И УЧАСТКОВ

При запуске нового изделия в производство, а также при реконструкции цехов наиболее остро встает вопрос определения уровня специализации цехов, так как уровень специализации цеха оказывает существенное влияние на величину трудоемкости агрегатной сборки.

Под уровнем специализации понимается степень концентрации однородных по конструктивно-технологическим признакам сборочных единиц. Сосредоточение однородных сборочных единиц в одном подразделении создает благоприятные условия для специализации рабочих на выполнении ограниченного количества периодически повторяющихся заданий. Повторением заданий достигается повышение серийности при неизменной программе выпуска. Повышение серийности выражается через условный номер изделия, который зависит от величины уровня специализации

$$N_{\text{усл}} = N_{\text{изд}} K,$$

где $N_{\text{усл}}$ - условный номер изделия;
 $N_{\text{изд}}$ - заданный номер изделия;
 K - уровень специализации.

Этот условный номер изделия входит в формулу определения снижения трудоемкости как результат роста профессиональных навыков рабочих

$$T = T_1 N_{\text{усл}}^{-\alpha},$$

где T - трудоемкость сборочной единицы на N -й номер изделия;
 T_1 - трудоемкость сборочной единицы на 1-й номер изделия;
 α - коэффициент процентности кривой снижения трудоемкости.

Матричную модель структуры техпроцесса агрегатной сборки можно представить в виде таблицы.

| Номер сборочной единицы | Номер задания | | | | | |
|------------------------------------|---------------|----------|-----|----------|-----|----------|
| | B_1 | B_2 | ... | B_j | ... | B_m |
| Трудоемкость по заданию, нормо-час | | | | | | |
| A_1 | t_{11} | t_{12} | ... | t_{1j} | ... | t_{1m} |
| A_2 | t_{21} | t_{22} | ... | t_{2j} | ... | t_{2m} |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| A_i | t_{i1} | t_{i2} | ... | t_{ij} | ... | t_{im} |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| A_n | t_{n1} | t_{n2} | ... | t_{nj} | ... | t_{nm} |

Элементом (nm) матрицы является t_{ij} - трудоемкость B_j -го задания A_i -й сборочной единицы. Каждое задание представляет собой совокупность следующих друг за другом операций, выполняемых над однотипными сборочными единицами в одинаковых или сходных производственных условиях.

Для определения степени схождения сборочных единиц того или иного класса или группы выявляется типовой представитель (эталон). Задача может ставиться двояко: 1 - определить уровень специализации для заданной группы сборочных единиц; 2 - скомпоновать группы сходных по конструктивно-технологическим признакам сборочных единиц.

При решении первой задачи за эталон может быть принята любая сборочная единица, входящая в данную группу. Однако в зависимости от того, какая сборочная единица принята за эталон, степень схождения в одной и той же группе сборочных единиц различна. Это различие для большой группы сборочных единиц может быть весьма существенным.

Целесообразно за эталон принять условную сборочную единицу, характеризующуюся всеми конструктивно-технологическими признаками сборочных единиц, которые предполагается объединить в одну группу. Эталон должен содержать в себе весь комплекс заданий техпроцесса сборки этой группы сборочных единиц. Трудоемкость по заданиям сборки эталона определяем по формуле

$$t_{0j} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{ij}}{n}$$

При решении второй задачи эталон так или иначе задан.

Степень несоответствия сборочных единиц эталону определяем по формуле

$$\sigma_i = \frac{\sum_{j=1}^m |t_{ij} - t_{0j}|}{\sum_{j=1}^m t_{0j}}, \quad \sigma_i \leq 1.$$

Степень схождения сборочных единиц с эталоном определится как разность

$$K_{i0} = 1 - \sigma_i, \quad 0 \leq K_{i0} \leq 1. \quad (I)$$

Сборочные единицы необходимо сравнивать не только с эталоном, но также и между собой, так как возможен случай, когда имеющие даже значительную степень схождения с эталоном сборочные единицы мало сходны или совсем не сходны между собой. Тогда их объединение в одной группе нецелесообразно.

Для группы n сборочных единиц и эталона можно составить квадратную матрицу $(n)^2$ с элементом K_{ij} , представляющим степень сходства сборочных единиц A_i и A_j между собой:

$$K = \begin{pmatrix} K_{00} & K_{01} & K_{02} & \dots & K_{0j} & \dots & K_{0n} \\ K_{10} & K_{11} & K_{12} & \dots & K_{1j} & \dots & K_{1n} \\ K_{20} & K_{21} & K_{22} & \dots & K_{2j} & \dots & K_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ K_{i0} & K_{i1} & K_{i2} & \dots & K_{ij} & \dots & K_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ K_{n0} & K_{n1} & K_{n2} & \dots & K_{nj} & \dots & K_{nn} \end{pmatrix}.$$

Матрица K симметричная, так как $K_{ij} = K_{ji}$. 0 -я строка и 0 -й столбец матрицы относятся к эталону. Элементы главной диагонали $K_{00} = K_{11} = K_{22} = \dots = K_{nn} = 1$. Элементы K_{0j} и K_{i0} определяем по формуле. Остальные элементы неизвестны.

Детерминант матрицы K

$$\det(K) = K_{00}K_{00} + K_{01}K_{01} + \dots + K_{0j}K_{0j} + \dots + K_{0n}K_{0n} \quad (2)$$

где $K_{0j} = (-1)^{0+j} \det(K(0,j))$,

$K(0,j)$ - квадратная подматрица матрицы K , полученная вычеркиванием 0 -й строки j -го столбца.

Формула разложения детерминанта матрицы по строке

$$0 = K_{i1}K_{j1} + \dots + K_{in}K_{jn}. \quad (3)$$

Применяя формулы (2) и (3) для квадратных подматриц матрицы K , определяем неизвестные элементы K_{ij} матрицы K . По величине K_{ij} решается вопрос о внесении сборочной единицы в данную группу. Степень сходства n сборочных единиц находим из формулы

$$K = \sum_{j=1}^n K_{ij}, \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Величина K характеризует уровень специализации на участке сборки n сборочных единиц.

Выводы

Описанный метод расчета позволяет: I - определить уровень специализации при существующей организации производства и производ-

ственных процессов; 2 - оценить различные варианты специализации цехов и участков; 3 - скомпоновать группы сходных по конструктивно-технологическим признакам сборочных единиц при создании многомен-клатурных поточных линий агрегатной сборки; 4 - установить опти-мальный уровень специализации при проектировании цехов, рациональ-но организовать производство при запуске нового изделия и реконст-рукции цехов.

Расчет целесообразно проводить на ЭВМ.

УДК 629.735

Д.Н.Лысенко, В.Д.Аксютин, Л.Г.Гладышева

СВЕРЛИЛЬНО-КЛЕПАЛЬНЫЕ АВТОМАТЫ

В соответствии с прогнозом развития авиационных конструк-ций на период до 1990 года заклепочные и болтовые крепежные элемен-ты останутся основными видами соединений в самолетостроении. Ориен-тировочное количество заклепок на одно изделие составит для само-летов:

тяжелого и сверхтяжелого класса - от 1,5 до 2,5 млн шт.

15 - 20% из титановых сплавов;

среднего класса - от 600 тыс. до 1,0 млн.шт. 12-15% из тита-новых сплавов;

легкого класса - от 50 до 150 тыс.шт. 40-50% из титановых сплавов.

Проблема повышения экономической эффективности, качества и надежности самолетов связана с совершенствованием существующих и разработкой новых конструкций и технологических процессов. Основ-ными направлениями совершенствования процессов выполнения закле-почных соединений в настоящее время являются: значительное увели-чение ресурса изделий клепальных конструкций (особенно самолетов тяжелого и сверхтяжелого классов); существенное повышение произ-водительности труда, снижение трудоемкости и улучшение условий труда рабочих-сборщиков; резкое сокращение объема ручной ударной клепки.

В связи с этим возникает острая необходимость комплексной механизации и автоматизации выполнения заклепочных соединений.