

противоречие можно путем заполнения зазора между корпусом индуктора и обшивкой эластичной средой, например, герметиком. Такого рода амортизатор успешно прошел испытания, показав хорошие результаты.

Необходимо отметить, что при разработках и эксплуатации малогабаритных плоских индукторов предпочтение следует отдавать однослойным индукторам, применяя в качестве подводящей линии малоиндуктивную проводку для обеспечения надлежащей эффективности индуктора при максимальном КПД использования электрической энергии конденсаторов.

УДК 658.511

А.А.Макаров, Г.А.Проценко, Л.С.Меламедова

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ СХЕМ СБОРКИ
АГРЕГАТОВ. ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
НА ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА

С величиной производственного цикла связаны сумма оборотных средств (незавершенное производство), их оборачиваемость, количество сборочных стендов, размер производственных площадей и в конечном итоге — себестоимость изделия.

Кроме того, производственный цикл может выступать в качестве самостоятельного временного критерия оценки организации производственного процесса, поскольку он определяет сроки выполнения того или иного заказа. Поэтому важно проектирование таких схем сборочных процессов, при которых производственный цикл был бы минимальным.

Членение агрегатов клепаных конструкций на панели создает объективные предпосылки к организации производственного процесса сборки по различным схемам.

На проектирование той или иной схемы сборки агрегата влияют следующие факторы:

положение агрегата при сборке (вертикальное или горизонтальное);

количество продольных технологических разъемов, предусмотренных схемой членения агрегата;

вид словового набора, выносимого на панель (продольный поперечный, продольно-поперечный);

возможность выполнения монтажных работ на панели (в открытых, удобных, доступных условиях);

характер механизации сверлильно-клепальных работ (ручные работы, механизированные - с применением СЗУ и клепальных прессов); возможность расширения фронта сборочных работ.

Эти факторы влияют на трудоемкость сборочных и монтажных работ, поэтому должны быть учтены и при расчете производственного цикла.

$$\text{в общем виде } \zeta_i = \frac{T_i}{P_i},$$

где ζ_i - величина цикла, ч;

T_i - трудоемкость сборочных работ, чел.-ч;

P_i - количество одновременно работающих на сборке агрегата.

Согласно принятой в экономическом анализе системе относительных коэффициентов, изменение циклов для сравниваемых вариантов схем сборочных процессов может быть записано в виде

$$\lambda_i = \frac{\zeta_2}{\zeta_1} = \frac{T_2}{T_1} \frac{P_1}{P_2} = \beta_i \frac{P_1}{P_2} = \frac{\beta_i}{\gamma},$$

где β_i - изменение трудоемкости работ при различных схемах сборки агрегата, одна из которых принята за базовый вариант;

γ - изменение фронта работ для различных условий сборки агрегата.

Рассмотрим аналитический метод математического моделирования величины λ_i при следующих ограничительных условиях:

число технологических продольных разъемов m_i в агрегатах типа фюзеляж, корпус, мотогондола, обтекатель принято в пределах от 2 до 10;

длина агрегата - до 5 м;

диаметр агрегата - до 4 м;

за базовый вариант принята схема сборки нерасчлененного на панели агрегата (например, ζ_H).

Рассматриваются следующие схемы сборочных процессов панелированных агрегатов:

А - сверлильно-клепальные и монтажные работы выполняются на панелях вручную, после чего производится их стыковка;

Б - сверлильно-клепальные работы выполняются на панелях вручную, а монтажные работы производятся после стыковки панелей в условиях агрегата;

В-выполнение сборки по схеме А, но сверлильно-клепальные работы механизированы;

Г - выполнение сборки по схеме Б, но сверлильно-клепальные работы механизированы.

В общем виде для агрегата, собираемого, например, по схеме Б из панелей с продольным силовым набором можно записать:

$$\lambda_B = \frac{C_M}{C_H} = \frac{C_{св-кл.стр} + C_C + C_{св-кл.шп} + C_{MH}}{C_{св-кл.н} + C_{MH}},$$

где C_M - цикл сборки панелированного агрегата;

C_H - цикл сборки нерасчлененного агрегата;

$C_{св-кл.стр}$ - цикл выполнения сверлильно-клепальных работ на стрингерах панелей агрегата;

C_C - цикл выполнения работ по стыковке панелей;

$C_{св-кл.шп}$ - цикл выполнения сверлильно-клепальных работ по шпангоутам агрегата после стыковки панелей;

C_{MH} - цикл выполнения монтажных работ;

$C_{св-кл.н}$ - цикл выполнения сверлильно-клепальных работ при нерасчлененном варианте агрегата.

Здесь

$$C_{св-кл.стр} = \frac{T_{св-кл.стр}}{m_c P_m}; \quad C_C = \frac{T_C}{P_H}; \quad C_{св-кл.шп} = \frac{T_{св-кл.шп}}{P_H};$$

$$C_{MH} = \frac{T_{MH}}{P_H} = \frac{T_{св-кл.н} \cdot 0,666}{P_H}; \quad C_{св-кл.н} = \frac{T_{св-кл.н}}{P_H},$$

где T_i - трудоемкость соответствующих работ;

P_m - количество одновременно работающих на одной панели;

P_H - количество одновременно работающих на сборке нерасчлененного агрегата.

После определенных преобразований получим следующие аналитические выражения:

$$\lambda_a = \frac{1}{a_i} \left(\frac{0,6}{m_i \gamma} + 0,4 \right) + \psi m_i ;$$

$$\lambda_b = \frac{1}{a_i} \left(\frac{0,6}{m_i \gamma} + \frac{0,4}{\beta_b} \right) + \psi \left(0,6 + \frac{0,4}{\beta_b} \right) m_i ;$$

$$\lambda_B = \frac{1}{a_M} \left(\frac{0,6}{m_i \gamma} + 0,4 \frac{\beta_a}{\beta_B} \right) + \psi \left(1 + 0,4 \frac{\beta_a}{\beta_B} \right) m_i ;$$

$$\lambda_r = \frac{1}{a_M} \left(\frac{0,6}{m_i \gamma} + \frac{0,4}{\beta_r} \right) + \psi \left(0,6 + \frac{0,4}{\beta_r} \right) m_i ;$$

где a_i - изменение производительности труда при переходе от стесненных условий на нерасчленном агрегате к условиям работы на панели;

a_M - то же, но сверлильно-клепальные работы механизированы;

ψ - отношение трудоемкости работ по одному стыку панелей к общей трудоемкости агрегата;

β_A - изменение трудоемкости сверлильно-клепальных работ панелированных агрегатов по отношению к трудоемкости этих работ для нерасчленного агрегата при сборке по схеме А;

$\beta_b, \beta_B, \beta_r$ - то же, но для схем сборочных процессов Б, В и Г (сборка вертикальная, продольно-поперечный силовой набор).

Аналитические выражения математических моделей расчета указанных величин по системе относительных коэффициентов имеют вид:

$$a_i = \frac{t_H}{t_M} ; \quad a_M = \frac{t_H}{t_M} ; \quad \psi = \frac{1 + \alpha C_H \sigma}{C_H (1 + \sigma)} ;$$

$$\beta_A = \frac{1}{a_i} + \psi m_i ; \quad \beta_b = \beta_A ;$$

$$\beta_B = \frac{1}{a_M} + \psi m_i ; \quad \beta_r = \beta_b ,$$

- где t_H - трудоемкость выполнения единицы работ в стесненных условиях нерасчлененного агрегата;
- t_m - трудоемкость выполнения единицы работ на панели;
- t_m - трудоемкость механизированного выполнения единицы работ на панели;
- α - отношение количества крепежных точек на одной накладке к количеству точек, крепящих шпангоут;
- σ - отношение количества крепежных точек шпангоутов к количеству крепежных точек стрингеров;
- C_H - число стрингеров.

При выборе схемы сборки агрегата, идущего в производстве, расчлененного на 4 панели, был сделан подбор необходимых конструктивных параметров ($D, L, C_H, \alpha, \sigma$), проведены хронометражные наблюдения по определению величин t_H, t_m, t_m , использованы рекомендации по определению величин ρ_m, ρ_H [1]. Так, в частности, рекомендуется количество одновременно работающих на панели ρ_m брать равным количеству погонных метров L в ее длине, а при определении количества одновременно работающих на сборке агрегата ρ_H руководствоваться таблицей.

Положение агрегата при сборке	Число одновременно работающих ρ_H при диаметре агрегата					
	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
Горизонтальное	$\frac{L}{2}$	L	$2L-1$	$2L$	$3L$	$4L$
Вертикальное	1	1	2	2-3	3-4	4-6

Анализ расчетных данных показал, что для сборки агрегата по схеме В с точки зрения минимального цикла оптимальным количеством являются три панели.

Л и т е р а т у р а

Ш е к у н о в Е.П. Основы технологического членения конструкций самолетов. М., "Машиностроение", 1968.