

Перегруженность (недогруженность) балансира по сравнению с традиционной методикой.

Параметр сравнения	Q = R _{пр} = 92625 Н (вар. 1)			Q = P _{fm} = 17433 Н (вар. 2)		
	сечение			сечение		
	1-1	2-2	3-3	1-1	2-2	3-3
$\frac{M_{пр}}{M_{пр}^0}$	3,246	3,11	2,297	(0,807)	1,0	1,0
$\frac{M'_{пр}}{M_{пр}^0}$	1,244	2,55	(0,297)	1,12	1,176	1,0

В связи с этим традиционную методику определения расчетной нагруженности балансира нельзя признать удовлетворительной при существенном изменении конфигурации ходовой части гусеничного движителя.

Литература

1. Буров С.С. Конструкция и расчет танков. – М., Издание академии БТВ, 1973, - 601с. 2. Писарев В.П. Устойчивость гусеничного движителя быстроходного транспортного средства.–Харьков: ХГПУ, 1997,- 174с. 3. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Наук. думка, 1988,- 736 с. 4. Платонов В.Ф., Белоусов А.Ф., Олейников Н.Г., Карцев Г.И. Гусеничные транспортные транспортеры–тягачи. – М., Машиностроение, 1978, - 351 с.

Поступила в редколлегию 15.09.2001

УДК 629.7.02-192:629:8.015.11

ИСПЫТАНИЯ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

В.О.Повгородний

Национальный аэрокосмический университет "ХАИ", Харьков, Украина

All the results of the durability obtained are in conformity with normative-technical documents (the performance and technical specifications) and verified experimentally with cyclic durability (operational safety) tests by the sequential method following a sequence diagram, including disturbing factors, such as knocks, vibration, effect of cyclical summer and winter temperatures and normal conditions.

Designers have a chance of obtaining the information concerning operational durability (fail-safety). Then, the designers will decide on the further

steps: whether use shock absorbers, dampers, change geometrical dimensions or input the data in a computer-aided design system in order to find an optimal solution. The main results of the work have been implemented in industrial production in developing new aircraft instrumentation in Ukraine.

Цель испытаний:

— определение возможности установления требуемого ресурса и возможности его дальнейшего увеличения; определение количественных показателей надежности блока воздушных параметров (БВП) (рис. 1);

— выявление деталей, ограничивающих надежность и технический ресурс БВП.

Условия проведения испытаний:

— испытания БВП проводятся в лабораторных условиях, имитирующих ускоренное воспроизведение эксплуатационных факторов;

— условия наработки и количество эксплуатационных факторов выбираются из опыта эксплуатации БВП на объектах;

— состав цикла испытаний, очередность воздействия механических и климатических факторов и длительность наработки в каждом цикле приведены на циклограмме (рис. 2);

— лабораторные испытания блока выполняются в объеме срока службы, эквивалентного 5 годам эксплуатации блока на объекте [1].

Перечень и количественное обоснование воспроизводимых эксплуатационных факторов

Наиболее вероятное время наработки блока в реальном году (среднегодовая наработка) и средняя продолжительность испытаний, определенная исходя из статистических данных эксплуатации, составляют соответственно 1000 часов и 5 часов.

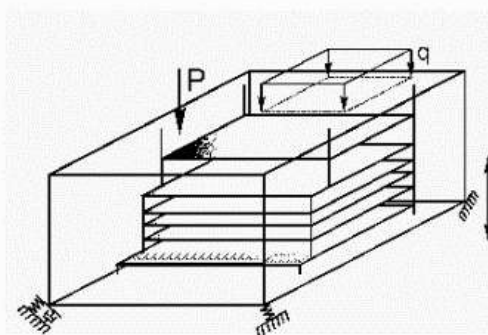


Рис. 1. Конструкция БВП.

Для удобства учета наработки и эксплуатационных мероприятий весь комплекс лабораторных испытаний разбит на условные года, соответствующие реальному году эксплуатации блока на объектах. В связи с этим воз-

можно сокращение времени испытаний блока. Условный год эксплуатации комплекса блока применительно к объектам делится на периоды зимней и летней эксплуатации и соответствует работе блока в специальных лабораторных условиях в течение 1800 часов, воспроизводящих эксплуатацию на объекте при следующей последовательности:

— воспроизведение вибронгрузок, характерных при полете объекта, в местах установки блока [2];

— воспроизведение сезонных циклических изменений температур, характерных для условий эксплуатации (взлет, полет, посадка);

— воспроизведение условий хранения (переход температуры через нуль в осенне-весенний период во время стоянки объекта в полевых условиях);

— воспроизведение воздействия влажности среды, эквивалентной условиям среднегодового климата.

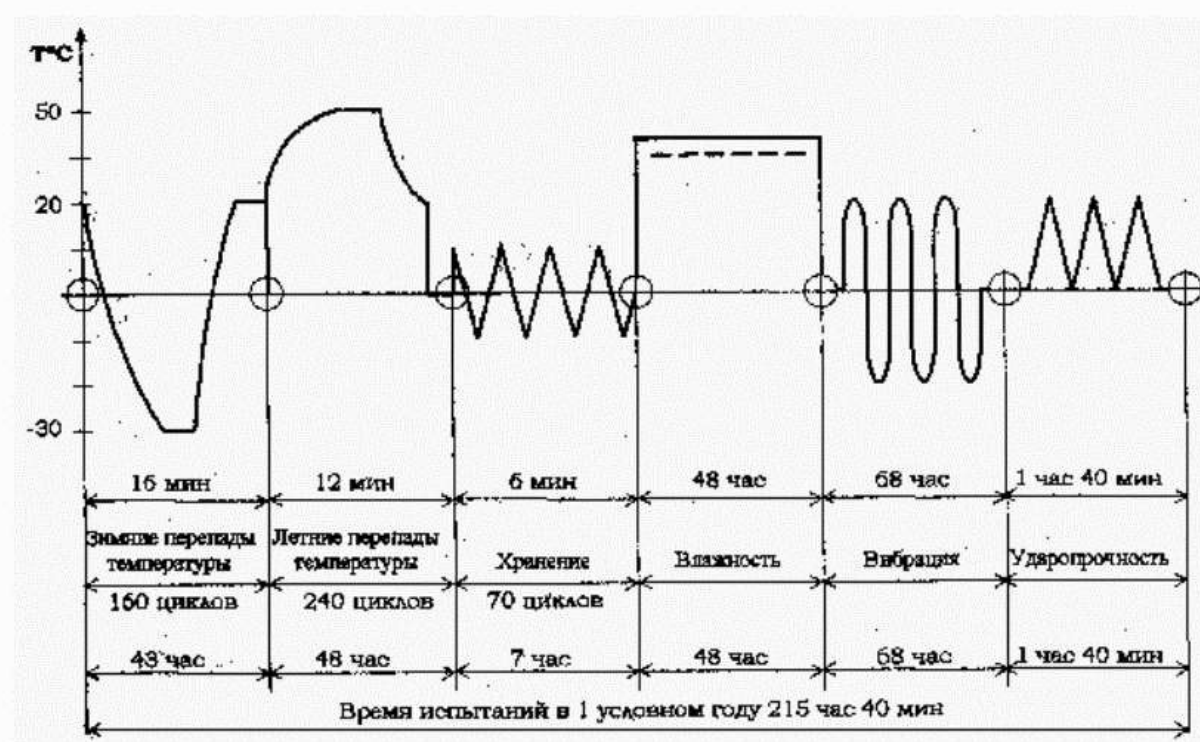


Рис. 2. Циклограмма испытаний на долговечность БВП.

При определении условного года эксплуатации использовались следующие данные:

- среднегодовой налет объекта – 1800 часов;
- летний период 60% налета – 1080 часов;
- зимний период 40% налета – 720 часов;
- средняя продолжительность полета – 4 ч 30 мин;
- среднее количество полетов за год – 400.

Воспроизведение режимов ударных нагрузок

Блок соединяют с источниками питания, контрольно-поверочной аппаратурой согласно схеме проверки и закрепляют на ударном стенде 12МУ50/1470-1 и подвергают ударным нагрузкам, режимы которых указаны в п. соответствующих технических условий [3].

Воспроизведение воздействия вибрационных нагрузок

Блок соединяют с источниками электрического питания, контрольно-поверочной аппаратурой согласно схеме проверки и закрепляют на вибростенде ВЭДС-0,4.

Синусоидальное виброускорение a_{zi}^η , эквивалентное максимальному значению спектральной плотности S_{\max}^η для I-ой частоты и η -го режима применения, определяется по формуле (1):

$$a_{zi}^\eta = \sqrt{2S_{\max}^\eta \Delta f}, \quad (1)$$

где Δf - ширина частот в зависимости от диапазона частот δf , определяемая по табл. 1.

По рассчитанным значениям a_{zi}^η строится спектр синусоидальных виброускорений $a_j^\eta(f)$, эквивалентный спектру S_{\max}^η , по которому разработчик бортового оборудования (БО) формирует базовый спектр $a_0^\eta(f)$ (рис.3.).

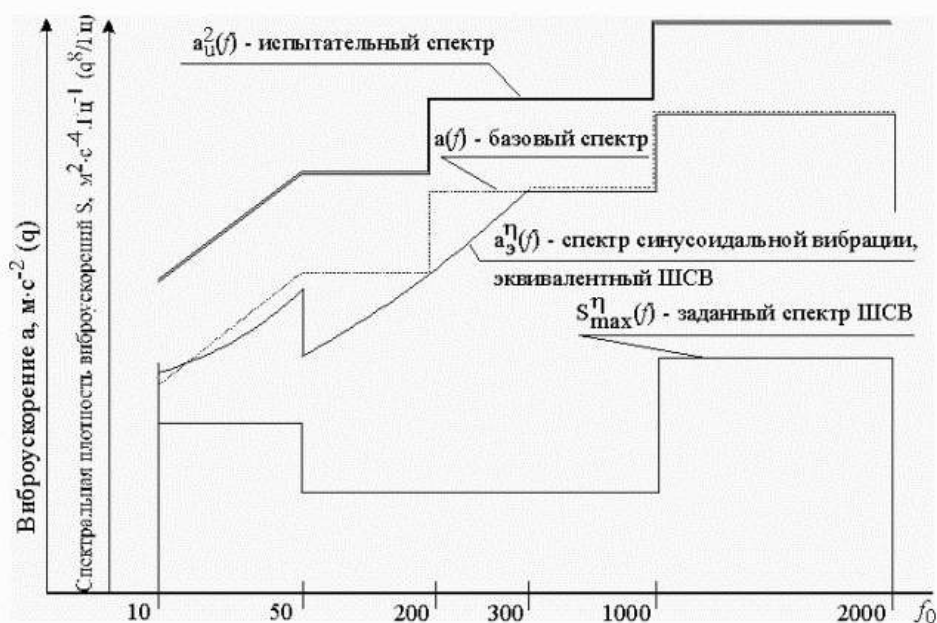


Рис.3. Спектр синусоидальных ускорений

Под базовым спектром $a_0^\eta(f)$ понимается спектр, сформированный по максимальным значениям синусоидальных виброускорений (вибросмещений) a_{zj}^η в j-х диапазонах частот, устанавливаемых разработчиком БО (2):

Таблица 1. Зависимость диапазона частот от ширины полосы частот

Диапазон частот δf , Гц	Ширина полосы частот Δf , Гц
10 – 20	3,5
20 – 40	7,0
40 – 80	14,0
80 – 160	25,0
160 – 300	40,0
300 – 500	50,0
800 – 1000	50,0
1000 - 2000	50,0

$$a_{\eta}^{\eta}(f) = \max\{a_{\eta}^{\eta}\}. \quad (2)$$

Значения частотных диапазонов с постоянным уровнем виброускорений (вибросмещений) устанавливается с учетом возможностей их реализации на испытательном оборудовании. Максимальное число частотных диапазонов должно быть не более 4.

Испытательный уровень виброускорения в j -м диапазоне, соответствующий η -му режиму применения, $a_u^{\eta}(f)$ определяется по формуле (3):

$$a_u^{\eta}(f) = a_6^{\eta}(f)K_{\text{ж}}, \quad (3)$$

где $K_{\text{ж}}$ – коэффициент жесткости, назначаемый разработчиком исходя из конструктивно-технологических особенностей БО (при $a_u^{\eta}(f) = a_6^{\eta}(f)K_{\text{ж}} = 1$).

Продолжительность воздействия синусоидальной вибрации в одном испытательном цикле t_{1c}^{η} , эквивалентная средней наработке в η -ом режиме за год эксплуатации, определяется по формуле (4):

$$t_{1c}^{\eta} = t_{\Gamma}^{\eta} / K_{\text{yc}}^{\eta}, \quad (4)$$

где K_{yc}^{η} – коэффициент ускорения продолжительности испытаний при синусоидальной вибрации.

Продолжительность испытания на синусоидальную вибрацию по трем координатным осям:

$$t_{\text{ul}}^{\text{в}} = 3 \cdot t_{1c}^{\eta} = 3 \cdot 8,5 = 25,5 \text{ ч.}$$

Испытание модуля блока на устойчивость к циклическим изменениям температуры

Блок подвергают воздействию 400 годовым полетным температурным циклам, следующих непрерывно друг за другом и соответствующих в умеренно климатической зоне: зимнему перепаду температур от минус 30°C до 20°C (160 термоциклов) и летнему перепаду температур от 20°C до 50°C (240 термоциклов).

По реальной температурной константе блока возможно значительное

сокращение времени испытаний относительно реальных условий эксплуатации. Ускорение испытаний по температурным факторам достигается за счет исключения периода нахождения блока в установившихся температурных режимах с сохранением среднегодового количества перепадов.

Воспроизведение воздействия климатических факторов при хранении

При лабораторных испытаниях влияние температуры окружающей среды на надежность блока при хранении в составе объекта учитывается количеством циклов перехода температуры окружающей среды от минусовых к плюсовым температурам. Для выбранной климатической зоны эксплуатации, с умеренно-холодным климатом, количество таких переходов принято равным 70 при переходе температур от 10°C до минус 10°C.

Воспроизведение режимов влажности

Влияние влажности на работоспособность блока происходит за счет: образования конденсата на деталях, возникающего при переносе блока из минусовой камеры в нормальные условия, в начале каждого рабочего цикла полета, выдержки во влагокамере при температуре 40°C с относительной влажностью 95%.

Блок в течение реального года эксплуатации подвергается воздействию относительной влажности более 90% в течение времени $t_{\text{в}}=960$ часов. Время испытания блока на влажность при температуре 40°C определяется по формуле (5):

Таблица 2. Сравнение расчетных и экспериментальных значений N , T , R для БВП

Методы	Надежность, N	Наработка на отказ T , ч	Ресурс R , ч	Ошибка эксперимента на долговечность, %
Техническое задание	0,9976	5000	60000	-
Модифицированный метод	0,9996	4635	79110	0,88
Эксперимент (данные плана испытаний на безотказность)	0,9984	7692	-	-
Эксперимент (время испытаний на вибрацию)	0,9364	177	-	6,1
Экспериментальные результаты на безотказность	0,9919	744	-	0,57
Эксперимент (данные плана испытаний на долговечность 1800 ч/год на 5 лет)	-	-	9000	-

$$t_{\text{вн}} = t_{\text{в}} \cdot e^{v \left(\frac{1}{T_{\text{ис}}} - \frac{1}{T_{\text{э}}} \right)}, \quad (5)$$

где $T_{\text{ис}}$ и $T_{\text{э}}$ – температура испытаний и окружающей среды выражается в °К; $v = 10^4$ – коэффициент, характеризующий восприимчивость материала к коррозионной среде; $T_{\text{э}} = 283$ °К – среднестатистическое значение эксплуатационной температуры в °К при относительной влажности более 90%; $T_{\text{э}} = 304$ °К – температуры в °К при которой проводятся испытания.

Подставив исходные данные в формулу, получим $t_{\text{вн}} = 48$ часов.

Оценка результатов испытаний

Оценка количественных показателей надежности осуществляется по методу доверительных интервалов и представлена в табл.2.

Литература

1. Дзиркал Э.В. Задание и проверка требований к надежности сложных изделий. – М.: Радио и связь, 1981. – 176 с. 2. The status of the reliability technology //RAC Journal. –1995. –Vol.3, № 1. 3. Программа и методика лабораторных испытаний на технический ресурс и надежность, Харьков, ХПКБ “Авиаконтроль”, 1979, С.11.

Поступила в редколлегию 15.09.2001

УДК 539.3

ТЕРМОУПРУГОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН

Н.В. Сметанкина, Е.В. Свет, А.Н. Шуликов

Институт проблем машиностроения НАН Украины, Харьков, Украина

A method for analysis of the strain-stressed state of multilayer plates within the framework of the first order refined theory is offered. Temperature distribution through the thickness of each layer is obtained by using orthonormal Legendre polynomials. The resolving set of equations and boundary conditions for multilayer simply supported plates is obtained.

Как показано в ряде работ, посвященных термоупругости многослойных конструкций, для описания распределения температур по толщине пластины применяется гипотеза о кусочно-линейном распределении температуры по толщине пакета [1-5]. В статье [6] распределение температуры получено из решения задачи нестационарной теплопроводности, что позволило учесть различие физико-механических характеристик материалов слоев. В настоя-