

УДК 621.452

**А.А. Михалкин, В.И. Гуляев***ГП ЗМКБ «Ивченко-Прогресс», Украина*

## МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПОВЫШЕННЫМИ ВИБРАЦИЯМИ ПО РОТОРУ ВЕНТИЛЯТОРА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЕЙ Д-36

*Выполнен анализ вероятных причин возникновения повышенных вибраций по каналу вентилятора при эксплуатации двигателя Д-36. Выполнена расчетная проверка теоретической возможности недозатяжки пакета вала вентилятора с диском вентилятора. Выполнен контроль радиального биения и фактической разнотолщинности по всей длине вала вентилятора. По результатам исследований найдены причины возникновения повышенных вибраций. Внедрена новая методика балансировки колеса вентилятора. Выданы рекомендации по устранению повышенных вибраций по каналу вентилятора двигателя Д-36 в условиях эксплуатации.*

***Вибрации, ротор вентилятора, дисбаланс, момент затяжки***

### Введение

В процессе эксплуатации двигателя Д-36 отмечались случаи эпизодического срабатывания табло «Повышенные вибрации» вентилятора на режимах снижения самолета ( $\alpha_{\text{РУД}} = 42...60^\circ$ ).

В условиях эксплуатации была произведена перебалансировка рабочего колеса вентилятора, а также перестановка его на другой самолет. Проведенные работы вызвали повышение вибраций до 90% по вентилятору во всем диапазоне оборотов вентилятора, начиная с ПМГ. После балансировочные грузики были возвращены в исходное положение, колесо развернуто на  $180^\circ$ , установлены новые шайбы контровочные, выполнена затяжка гаек крепления колеса вентилятора, вибрации по вентилятору не превышали 18 % во всем диапазоне оборотов двигателя.

Через некоторое время при выполнении снижения самолета и переводе РУД двигателя в положение ЗМГ вновь загорелось табло «Опасная вибрация». Значение вибрации по указателю вентилятора составило 55...60%. На земле были осмотрены лопасти вентилятора и турбины, замечаний не выявлено.

При опробовании двигателя на земле уровень вибраций по вентилятору при аналогичном положении РУД составлял 40%. Перебалансировка и разворот колеса не привели к снижению уровня вибраций. Согласно руководству по эксплуатации двигателя Д-36 максимальный уровень вибраций по указателю вентилятора допускается до 50+7,5%.

Двигатель Д-36 был снят и направлен для исследований на ГП «Ивченко-Прогресс».

### 1. Содержание работы (ход исследования)

При поступлении на ГП «Ивченко-Прогресс» двигатель Д-36 был осмотрен, при этом отмечен посторонний шум в полости кока.

После входного осмотра двигатель был установлен на стенд для прохождения вибрографирования. При вибрографировании отмечены вибрации от 0,055 до 0,095 мм (48%) по ротору вентилятора на режимах от 0,6 номинального до Номинального (рис. 1).

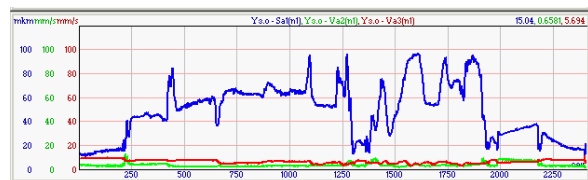


Рис. 1. Результаты вибрографирования двигателя

При разборке и дефектации ротора вентилятора выявлены:

- шум перемещающихся частиц под фланцем крепления кока к колесу вентилятора;
- грубые повреждения посадочного бурта и внутренней конусной части вала вентилятора и полотна диска вентилятора в местах контрения гаек крепления диска к валу от механических ударов;
- грубые забоины на шайбах контровочных и несоответствие ТУ их контрения на гайки.

После демонтажа фланца в полости, образованной фланцем и диском вентилятора, обнаружены 7 фрагментов от заклепок общим весом 1,03 г (рисунок 2).

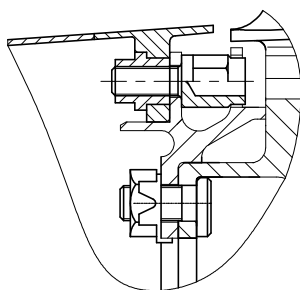


Рис. 2. Полость в которой находились фрагменты заклепок

При демонтаже колеса вентилятора с вала вентилятора был выполнен контроль моментов затяжки гаек крепления диска вентилятора к валу вентилятора. Моменты затяжки составили 1,0...2,9 кгс·м (по ТУ 3,0...3,5 кгс·м).

Перед демонтажом турбины вентилятора был выполнен замер торцевого биения по полотну диска 3 ступени турбины вентилятора и радиального биения по внутреннему диаметру ступицы этого диска. Результаты замеров – 0,03 мм и 0,06 мм соответственно, при предыдущей сборке эти величины были 0,04 мм и 0,05 мм.

После демонтажа были проверены исходные дисбалансы колеса вентилятора и турбины вентилятора. Они составили: 3200 г·мм для колеса вентилятора (по ТУ не более 1000 г·мм), 1297 г·мм и 960 г·мм для турбины вентилятора по первой и второй плоскостям соответственно (по ТУ 600 г·мм в каждой плоскости).

Выполнена расчетная проверка возможной недотяжки пакета вала вентилятора с диском вентилятора по теоретическим размерам и фактическим размерам, полученных при обмерах входящих деталей пакета при проведении исследования (рис. 3).

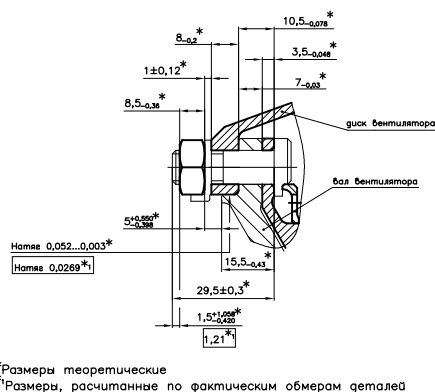


Рис. 3. Схема расчета пакета

При контроле геометрии вала вентилятора были дополнительно выполнены замеры ради-

ального биения по наружному диаметру по длине вала, а также толщина стенок вала в тех же самых сечениях, в которых выполнялся замер радиального биения. Результаты измерений приведены на рисунке 4. График «А» показывает максимальную теоретическую толщину вала в контролируемых сечениях. График «В» показывает минимальную теоретическую толщину вала в контролируемых сечениях. График «С» показывает среднюю фактическую толщину вала в контролируемых сечениях. На рисунке 5 показано изменение фактического радиального биения по длине вала по наружному диаметру, которое не превышает 0,07 мм (по ТУ не более 0,05 мм).

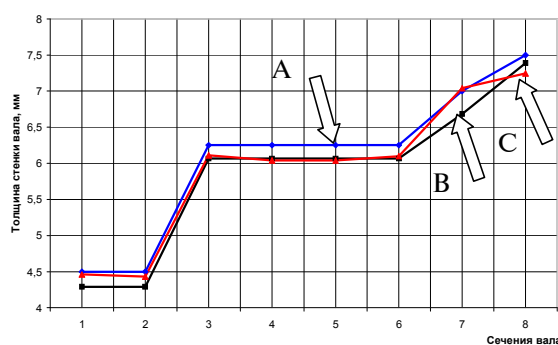


Рис. 4. Графики распределения толщины стенок вала по сечениям

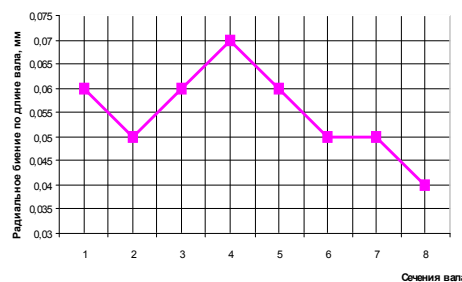


Рис. 5. График радиального биения по длине вала

При анализе имевшихся случаев повышенных вибраций по ротору вентилятора в эксплуатации на двигателях Д-36 выявлен один случай повышенных вибраций по ротору вентилятора, при котором двигатель был снят с самолета и исследован.

На том двигателе причиной повышенных вибраций по ротору вентилятора явилось увеличение дисбаланса колеса вентилятора, вследствие его радиального смещения относительно вала вентилятора, из-за повышенной овальности от-

верстей диаметром  $10^{+0,016}$  мм вала вентилятора и диска вентилятора, что при исследовании данного двигателя не подтвердилось.

#### **Выводы**

На основании проведенных исследований были введены следующие мероприятия:

1. Увеличен момент затяжки гаек крепления диска вентилятора к валу вентилятора.

2. Изменена методика балансировки колеса вентилятора. То есть, до этого колесо балансировалось до дисбаланса 5000 г·мм (в основном за счет расстановки лопаток), а затем колесо устанавливалось на двигатель. Во время приемо-сдаточных испытаний, если имели место повышенные вибрации по каналу вентилятора колесо добалансировалось на стенде.

Новая методика предусматривает балансировку колеса вентилятора на балансировочном станке до уровня неуравновешенности в 1000 г·мм перед его постановкой на двигатель.

Повышенные вибрации по каналу «Вентилятор» в диапазоне режимов двигателя ЗМГ – ПМГ могли быть устранены в условиях эксплуатации при строгом соблюдении рекомендаций руководства по эксплуатации двигателя Д-36.

Для исключения возникновения повышенных вибраций на двигателях Д-36 в эксплуатации обратит внимание эксплуатирующих авиакомпаний на необходимость разработки мероприятий, исключающих грубые повреждения деталей двигателей во время проведения на них ремонтных работ.

Поступила в редакцию 26.05.2010 г.

**O. MIHALKIN, V. I. GULYAEV**

#### **THE METHOD'S VIBRATION ABATEMENT THE FAN ROTOR BY OPERATION ENGINES D-36**

*Виконан аналіз вірогідних причин виникнення підвищених вібрацій по каналу гвинтілятора при експлуатації двигуна Д-36. Зроблена розрахункова перевірка теоретичної можливості недозатягування пакету вала гвинтілятора з диском гвинтілятора. Проконтрольовано величину радіального биття і фактичної різновисочинності по всій довжині вала гвинтілятора. Згідно з результатами досліджень знайдені причини виникнення підвищених вібрацій. Впроваджена нова методика балансування колеса гвинтілятора. Дані вказівки по усуненню підвищених вібрацій по каналу гвинтілятора при експлуатації двигунів Д-36.*

#### ***Вібрації, ротор гвинтілятора, дисбаланс, момент затягування***

*Perform an analysis probable cause occurrence of vibration the fan rotor by operation engine D-36. Operate checking possibility undertightening joint fan shaft with fan disk. Execute control radial runout and actual value crown on all length fan shaft. Introduce a new procedure balancing wheel fan. The found reason vibration on the test. Recommendations given for dispose vibration abatement the fan rotor by operation engine D-36.*

#### ***Vibration, fan rotor, disbalance, tightening torque***