

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ БОЛТА КРЕПЛЕНИЯ УПОРНОГО ДИСКА ТОРМОЗА

Пядеркин А.В.

Научные руководители – к.т.н., доцент Курушин М.И., доцент Новиков Г.А.  
Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика  
С.П. Королева

При эксплуатации самолетов происходит усталостное разрушение болта крепления упорного диска тормоза колеса в месте сочленения головки со стержнем.

Для установления причины разрушения болта было исследовано его напряженное состояние. Упорный диск рассматривался как симметричная круглая пластина постоянной толщины с отверстием, нагруженная постоянным давлением и опертая по наружному диаметру. Болт представляет собой стержень постоянной толщины, жестко заделанный корпус тормоза и упруго связанный с диском.

Совместная задача статически неопределима. Раскрытие статической неопределимости производилось методом сил. Момент, изгибающий головку болта, находился из условия равенства углов поворота головки болта и диска в месте сопряжения со стержнем. Расчетами установлено, что углы поворота сечений болта и диска  $\varphi$  равны  $1,2^\circ$ , изгибающий момент  $M_{и}=110\text{Нм}$  изгибное напряжение  $\sigma_{и}=1062\text{МПа}$ , а напряжение растяжения  $\sigma_{р}=94\text{МПа}$  и превышает последнее в 11,3 раза. Суммарное напряжение  $\sigma_{\Sigma}=1156\text{МПа}$ . Получены зависимости углов поворота  $\varphi$ , изгибающего момента  $M_{и}$  и напряжения в стержне болта, от его диаметра и трещины упорного диска. Например, увеличение диаметра болта на 2 мм при толщине диска 8 мм уменьшает  $\varphi$  в 2 раза, увеличивает  $M_{и}$  в 1,13 раза и снижает  $\sigma_{\Sigma}$  в 1,5 раза. Увеличение толщины упорного диска на 2 мм при диаметре болта 10 мм вызывает уменьшение  $\varphi$  и  $M_{и}$  в 1,3 раза, а  $\sigma_{\Sigma}$  - в 1,43 раза. Напряженное состояние болта было так же исследовано методом конечных элементов с использованием программы «АНСИС» и получение суммарного напряжения  $\sigma_{\Sigma}=1050\text{МПа}$ . Разница в полученных значениях  $\sigma_{\Sigma}$  составляет около 10% и объясняется чувствительностью метода конечных элементов в шагу сетки разбиения.

Проведенный в вероятностном аспекте расчет болта на усталостную прочность показал, что средняя наработка на отказ составляет 835 посадок, а наработка при вероятности разрушения  $10^{-3}$  (начало появления трещины) равна 15 посадок. Таким образом, установлено, что причиной разрушения болта является его недостаточная усталостная прочность.

Для повышения долговечности болта предложено: установить под головку болта сферическую шайбу, для исключения воздействия изгибающего момента; увеличить диаметр болта в месте сопряжения с головкой до 10 мм, а радиус галтели – до 2 мм; производить затяжку моментом 25,5 Нм, рассчитанным из условия не раскрытия стыка. Перед затяжкой на расчетную величину произвести осадку соединения силой, превышающей расчетную, выдержав 2-3 часа, отпустить и затянуть болты расчетным моментом в определенном порядке. Это увеличит релаксационную стойкость соединения. При техобслуживании предлагается проверять наличие трещины в болтах магнитно-порошковым методом.

В результате проведенных мероприятий долговечность болта при вероятности разрушения  $10^{-3}$  составит 1828 посадок, что выше назначенного ресурса.