

- [3] Jianjun Xu, and Yupeng Tang “The Automatic Control System of Air Compressor for Saving Energy”, in *Proc. 3rd International Conference on Computer and Electrical Engineering*, 2012, vol. 53, pp. 382-386.

УДК 629.07.015

ВОПРОСЫ ТЕОРИИ И МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
РЕЗОНАНСНЫХ ИСПЫТАНИЙ ДИНАМИЧЕСКИ ПОДОБНЫХ МОДЕЛЕЙ
КРЫЛА САМОЛЕТА

Митрахович М. М., Комаров В. А., Сащук С. И.

*Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники
Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина*

E-mail: mmma777@gmail.com, vladimir@komarov.in.ua, svyatoslavsaschuk@gmail.com

При решении задачи обеспечения надежности и экономичности современного самолета важная роль отводится экспериментальным методам исследования усталостной долговечности самолетных конструкций, в первую очередь таким, что воспринимают переменные нагрузки, в первую очередь – крыла. Поэтому к ним предъявляются высокие требования в отношении полноты и достоверности воспроизведения эксплуатационных нагрузок и получения выходной информации [1].

Указанное можно осуществить с помощью установок для усталостных и частотных испытаний крыла самолета, которые разработаны на основе обзора развития методов натурных усталостных и частотных испытаний как по источникам научной информации, так и по патентным базам данных, где можно выявить как варианты конструктивного выполнения экспериментальных установок, так и методы силовозбуждения.

Поиск новых технических решений предлагается вести на основе двух основных методов натурных испытаний – повторно-статистического и вибрационного (частотного). Повторно-статистический метод предполагает циклическое нагружение с постоянной амплитудой и малой скоростью смены циклов, исключающей возникновение динамических сил. В этом методе для создания сил нагружения можно использовать силовые гидроцилиндры. Достоинством повторно-статистического метода является простота получения усилий нагружения и возможность их варьирования от минимальной, до разрушающей. При вибрационном (частотном – с возбуждением колебаний конструкции с собственной частотой) методе нагружения циклическое изменение внутренних усилий крыла создается силами инерции основного тона изгибных (или крутильных) колебаний с собственной частотой. Вибрационному методу присуща высокая производительность при малых затратах времени на цикл исследования [2].

Таким образом, используя теоретические основы вышеизложенных методов и результаты патентного поиска, можно спроектировать реальную систему силовозбуждения, которая позволит обеспечить проведение статико-динамических усталостных испытаний и получить взаимосвязь между частотами собственных колебаний и фактической прочностью конструкции.

По материалам исследований было разработано устройство для возбуждения колебаний конструкции с собственной частотой, которое может при одном и том же оборудовании возбуждать колебания исследуемой конструкции с собственной частотой как изгибной, так и крутильной форм [3].

Указанное устройство представляет собой электродинамический вибровозбудитель с одномерной обратной связью и может быть использовано для исследования влияния повреждения силовых элементов конструкции (объекта контроля) как образцов и моделей (пластин и тонкостенных оболочек), так и натурных конструкций (крыла, оперения, киля) – преимущественно консольно закрепленных конструкций [4].

Особенностью разработанного устройства, по сравнению с известными аналогами, является бесконтактность возбуждения – используется в качестве переменной возбуждающей силы сосредоточенное магнитное поле от силовых электромагнитов [5]. Развиваемое электромагнитами усилие передается на конструкцию через силопередающий рычаг (ферромагнитный якорь) малой массы, выполненный, предпочтительно, из магнитомягкого материала, на законцовках которого закреплены ферромагнитные накладки. Это позволяет уменьшить динамическое влияние системы силовозбуждения на выделение авторезонансной частоты.

Применяемый для частотных испытаний метод контроля частоты собственных колебаний (ЧСК) основан на применении для диагностирования конструкций физических колебаний, которые возбуждаются или возникают в объекте контроля (классифицируется по ГОСТ 23829-85, ГОСТ 15467-79 и по руководящему документу РД 25.002-80 как резонансный метод неразрушающего контроля (МНК)).

Испытательное оборудование для возбуждения колебаний динамически подобных моделей, которое использует метод контроля частоты собственных колебаний, обеспечивает стабильность поддержания частоты собственных колебаний (изгибных и крутильных) и заданную точность испытаний.

В комплексе со средствами измерений (контрольно-проверочной аппаратурой) испытательное оборудование, которое использует метод контроля частоты собственных колебаний, обеспечивает:

- определение частоты f собственных (авторезонансных) колебаний, амплитуды A колебаний и фазовых характеристик исследуемого колебательного процесса с требуемой точностью;
- регистрацию сигналов в требуемом диапазоне f и A ;
- возможность оперативного получения информации, как во время частотных испытаний, так и после окончания испытаний;

- возможность многократного использования и повторения;
- надежность в работе.

Особенностью метода контроля частоты собственных колебаний является то, что он позволяет возбуждать как изгибные, так и крутильные колебания объекта контроля (например, крыла, тонкостенной замкнутой оболочки, пластины) относительно оси жесткости, проходящей по оси в координатах центров жесткости сечений, без снятия (перемещения) составных элементов экспериментальной установки.

Ключевые слова: крыло, самолет, колебания, частота собственных колебаний, частотные испытания, резонансный метод, изгиб, кручение, вибрации, ось жесткости.

Література

- [1] Г. Н. Микишев, Н. Д. Пронин, Ю. Ю. Швейко, и др., “Оценка эффективности некоторых экспериментальных методов определения основных динамических характеристик упругих конструкций”, *Исследования по теории сооружений*, № 10, с. 85-100, 1970.
- [2] А. Л. Резник, “Определение форм и частот собственных колебаний самолёта”, *Труды ЦАГИ*, 1948.
- [3] В. О. Комаров, та О. О. Расстригін, “Пристрій для визначення просторово-частотних характеристик коливань консольно закріплених елементів літальних апаратів при їхніх випробуваннях на утомлену міцність”, *Пат. 127849, МПК (2018.01) В 64 С 3/00, G 01 М 7/00, G 01 В 11/26*, Серп. 27, 2018.
- [4] В. О. Комаров, А. І. Юзвенко, та Ю. О. Шпаківський, “Спосіб дослідження пружних властивостей консольно закріплених авіаційних конструкцій”, *Пат. 62473, МПК 7 G 01 М 5/00*, Груд. 15, 2003.
- [5] В. О. Комаров, В. А. Ткаченко, та В. І. Галушка, “Спосіб дослідження пружних властивостей тонкостінних консольно закріплених конструкцій літака”, *Пат. 120388, МПК (2017) G 01 М 5/00*, Жовт. 25, 2017.

УДК 603.493

ВИЗНАЧЕННЯ УМОВ З БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ, ЩО МАЮТЬ БОЙОВІ ПОШКОДЖЕННЯ КРИЛА, НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Мітрахович М. М., Комаров В. О., Сащук С. І.

Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, Київ, Україна

E-mail: mmma777@gmail.com, vladimir@komarov.in.ua, svyatoslavsaschuk@gmail.com

Основною проблемою сучасної військової авіаційної техніки Збройних Сил України є постійна загроза зниження рівня справності внаслідок недостатнього фінансування потреб на закупівлю запасних частин, паливно-мастильних і витратних матеріалів, відсутність авторського супроводу з боку конструкторських бюро розробників літальних апаратів (ЛА), недосконалості нормативно-правової бази щодо утримання озброєння та військової техніки, недосконалість методів діагностики і контролю технічного стану.