

УДК 621.518.3

**ФЕДОТОВ І.Н.**, старший науковий співробітник

**ЗВАРИЧ В.І.**, старший науковий співробітник

**БОЙКО А.П.**, провідний науковий співробітник, кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник

**АГАМОВ Л.Г.**, провідний науковий співробітник, кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник

## **ДО ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПЛАНЕРА ЛІТАКА**

*У статті пропонується збудник коливань елементів конструкції планера літака та порядок його практичного застосування у складі пересувної лабораторії авіаремонтних підприємств для контролю технічного стану авіатехніки*

*Ключові слова: технічний стан, планер літака, засоби неруйнівного контролю, збудник коливань*

Парку літальних апаратів (ЛА) ПС ЗС України більше 30 років. Внаслідок цього природно припустити, що в місцях конструкції планера, недоступних для візуального і других методів контролю, можуть виникати втомні пошкодження, тріщини, відколи і т.п. Тому було б доцільним запровадити в практику технічної експлуатації періодичну перевірку технічного стану конструкцій планера всіх ЛА за допомогою спеціалізованої пересувної дефектоскопічної лабораторії.

Ідея використання властивості зміни частоти власних коливань ( $F_{вл}$ ) елементів конструкції планера літака для виявлення втомних пошкоджень та контролю за їх збільшенням не нова [1...3]. Але на даний час вона практично використовується тільки для деталей простої форми (стержні, лопатки турбін і т.п.), які мають доволі високу частоту власних коливань (десятки і сотні герц) і невелику масу.

При спробі застосування даного методу для конструкцій типу крила або оперення ЛА неминуче доводиться стикатися з труднощами фіксації моменту резонансу та визначення  $F_{вл}$  з достатньою точністю на частотах, близьких до одиниць Гц. Одна справа “розгойдувати” лопатки турбіни, інша справа – крило винищувача, бомбардувальника чи транспортного літака (масштаби зовсім інші). Збудник коливань повинен бути більш потужним та надійним. Таких пристроїв на промислових підприємствах не виробляється. Відповідно і методика роботи з крилом повинна бути іншою.

Важливим є вирішення питання – що робити далі після отримання інформації про вимірювання  $F_{вл}$ ? Яка повинна бути періодичність відповідного контролю, хто, де і коли враховує, використовує і зберігає отриману інформацію?

Застосування збудника коливань  $F_{вл}$ , як засобу реалізації неруйнівного контролю технічного стану конструкцій планера літака, має наступні переваги:

можливість запровадження контролю і виявлення порушень міцності конструкцій в місцях, недоступних для візуального і других методів дефектоскопії;  
 створення порівняно простої та економічно вигідної методики досліджень;  
 можливість контролю ЛА без виведення їх з ладу;  
 можливість централізованого збору, обробки, використання і збереження інформації про вимірювання  $F_{вл}$ .

Авторами пропонується для застосування в складі пересувної дефектоскопічної лабораторії установку, яка побудована на основі використання збудника коливань  $F_{вл}$  елементів конструкції планера ЛА, методику її застосування, а також порядок збору, обліку, зберігання і використання отриманої при вимірах  $F_{вл}$  інформації.

Збудник коливань являє собою підсилювач низькочастотних коливань (ПНК) з регульованою вихідною потужністю. Схема ПНК (рис. 1) має підвищений захист від самозбудження. Збудник має вбудований генератор низької частоти (ГНЧ) з діапазоном перестроювання від 2 до 100 Гц, схему індикації настроювання частоти датчика коливань, стабілізатори напруги на 12 та 20 В.

Збудник може працювати в двох режимах:

модуляції від ГНЧ, коли відбувається примусове розгойдування конструкції на частоті ГНЧ, яку можливо змінювати в полосі очікування  $F_{вл}$ ;

модуляції від датчика  $F_{вл}$ , коли ГНЧ виключається, а конструкція продовжує перебувати в режимі автоколивань на  $F_{вл}$ , яке супроводжується мінімальною затратою електроенергії.

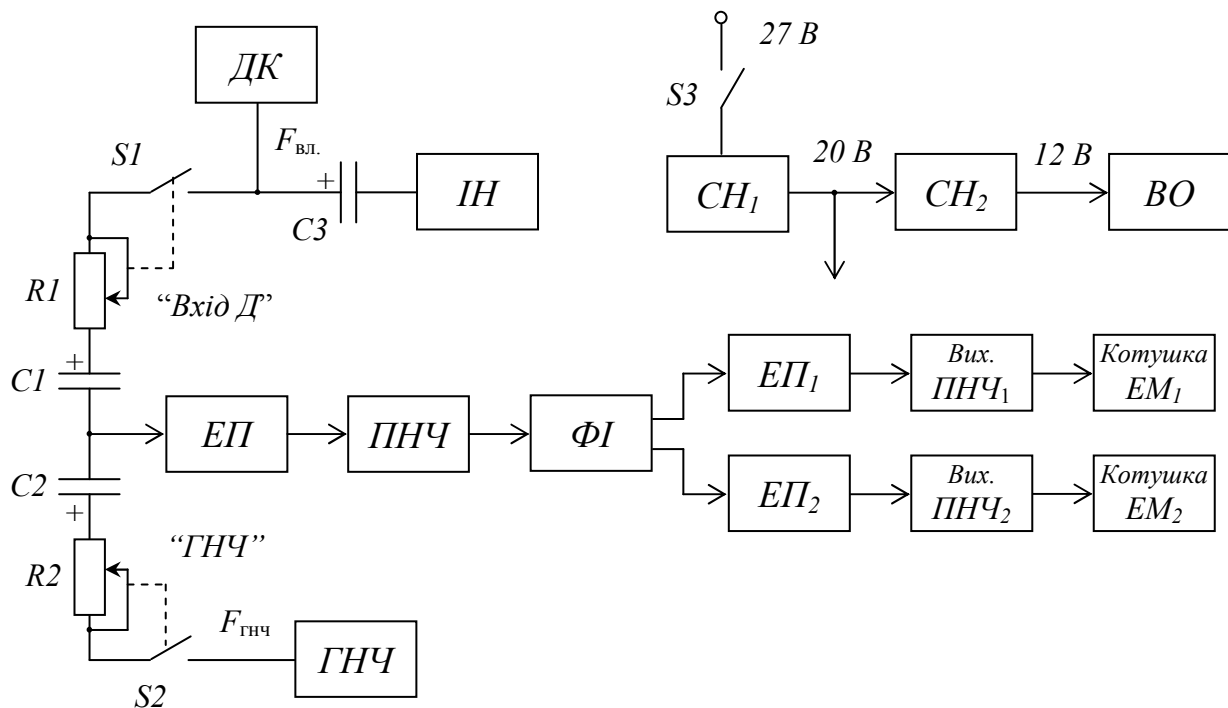


Рис. 1. Функціональна схема збудника коливань

На функціональній схемі збудника коливань (рис. 1) позначено: ДК – датчик коливань; ІН – індикатор настроювання; СН – стабілізатор напруги;

*ВО* – вентилятор обдуву; *ЕП* – емітерний повторювач; *ПНЧ* – підсилювач низької частоти; *ФІ* – фазоінвертор; *ЕМ* – електромагніт.

Збудник коливань був виготовлений та пройшов випробування в лабораторних умовах на максимальних і мінімальних навантаженнях резистивного та індуктивного характеру в режимі “ГНЧ”, а також в режимі вимірювання  $F_{вл}$  на макеті літака з реєстрацією результатів на ПЕОМ.

Підключення збудника коливань до макету літака зображено на рис.2.



Рис. 2. Підключення збудника коливань до макету літака

Збудник коливань пропонується використовувати в складі пересувної дефектоскопічної установки. До складу дефектоскопічної установки також входять котушки електромагнітів  $L1$  та  $L2$ , феромагнітна пластина, індукційний датчик  $F_{вл}$ , джерело живлення та система реєстрації інформації  $F_{вл}$ . В якості джерела живлення можливо використати джерело постійного струму з напругою 27 В, потужністю не менше ніж 80 Вт. В якості системи реєстрації інформації можливо використовувати ПЕОМ, яка підключається до збудника коливань через модуль Zet Lab (аналого-цифровий перетворювач (АЦП) та цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП)). При цьому весь процес виміру  $F_{вл}$  можливо візуально спостерігати на екрані ПЕОМ (рис. 3).

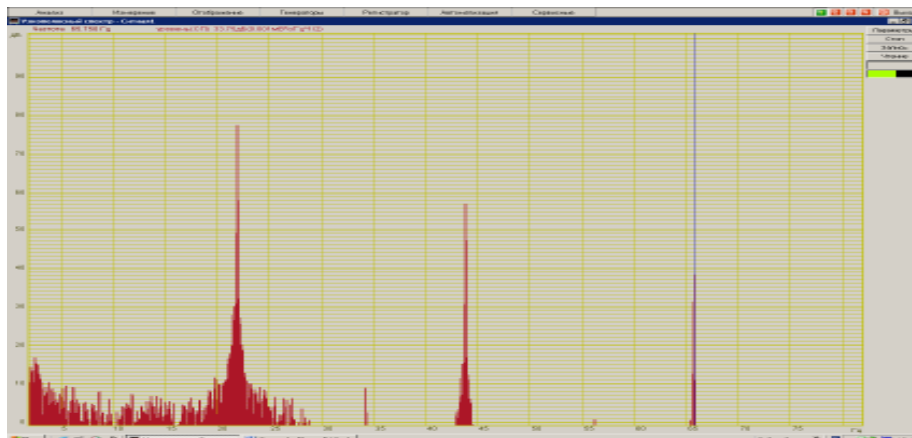


Рис. 3. Відображення процесу вимірювання  $F_{вл}$  на моніторі ПЕОМ

Пропонується така методика визначення частоти коливань елементів конструкції планера літака:

а) підготовка до роботи дефектоскопічної установки. Для чого:

феритова пластина та котушка датчика коливань закріплюються на конструкції (крило), яку досліджують;

стояк з котушками електромагнітів та магнітом датчика встановлюється біля конструкції так, щоб феритова пластина була між котушками на однаковій відстані (від 25 до 30 мм), магніт датчика розташовується на відстані від 15 до 20 мм від котушки датчика;

джерело живлення та система реєстрації інформації розташовуються поблизу стійки з котушками;

б) підготовка до роботи збудника коливань. З цією метою:

підключаються до з'єднувачів блока збудника коливань кабелі: “Живлення”, “Вхід Д”, “Вихід на ПК”, “Навантаження”;

підключається кабель “Навантаження” до котушок електромагнітів, для чого проводи з маркуванням “L1” під'єднати до L1 (верхня котушка), а проводи з маркуванням “L2” під'єднати до L2 (нижня котушка);

підключається кабель “Вхід Д” до датчика коливань;

підключається кабель “Живлення” до джерела живлення  $\pm 27$  В;

підключається кабель “Вихід на ПК” до ПЕОМ через модуль ZetLab (АЦП и ЦАП);

в) переведення установки в режим функціонування. Для цього:

регулятори “Вхід Д” та “ГНЧ” встановлюються вліво до упору;

включається живлення збудника перемикачем “Живлення”, при цьому повинен засвітитися світлодіод “27 В”;

регулятор “ГНЧ” встановлюється вправо до упору;

регулятором “ГНЧ” плавно змінюється  $F_{гнч}$  до отримання максимального світіння індикатора сигналу датчика. На екрані ПЕОМ можна буде побачити синусоїдальні коливання на частоті  $F_{гнч} \approx F_{вл}$ . Збудник коливань переключити в режим модуляції від датчика, для чого регулятор “Вхід Д” встановити вправо до упору, а регулятор “ГНЧ” вивести вліво до клацання.

Зовнішній вигляд збудника коливань зображено на рис. 4.



а) спереду



б) ззаду

Рис. 4. Зовнішній вигляд збудника коливань

Збудник коливань починає працювати в режимі автоколивань. Після отримання стійких автоколивань відбувається фіксація результатів вимірювання на ПЕОМ.

Вимикається збудник коливань поворотом регулятора “Вхід Д” вліво до упору. Живлення збудника вимикається вимикачем “Живлення”.

Пропонується такий порядок перевірки технічного стану планера ЛА за допомогою збудника коливань:

вимірювання  $F_{вл}$  проводяться спеціалістами пересувної лабораторії разом або в присутності інженерно-технічного складу частини на всіх ЛА частини у одні і ті ж строки;

результати вимірювання  $F_{вл}$  заносяться до спеціального журналу лабораторії, а також в формуляр ЛА;

на ЛА, де будуть виявлені значні відхилення від усередненої  $F_{вл}$  для даного типу і серії, проводиться докладний розгляд їх причин (особливості конструкції даного ЛА, наявність доробок планера, наявність пошкоджень та ін.);

повторні вимірювання  $F_{вл}$  конструкцій планера доцільно проводити через 1...2 роки (необхідно врахувати можливості лабораторії), і знову на всіх ЛА частини одночасно. Результати повторного вимірювання порівнюються з первинними на кожному ЛА. При наявності розходжень проводяться необхідні заходи. А саме: усунення пошкоджень, доробки, огляди тощо;

періодичність наступних вимірювань – від 1-го до 4-х років (в залежності від результатів повторного вимірювання). На ЛА, де будуть знайдені зменшення  $F_{вл}$ , контроль повинен бути частішим.

Запропонований збудник коливань конструкцій планера літака, а також методика його використання після відповідних випробувань та апробацій можуть знайти практичне застосування в пересувних лабораторіях авіаремонтних підприємств для контролю технічного стану авіатехніки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Юхачев В.В., Харченко О.В., Пащенко С.В., Хільченко М.Ф. Коливання і ресурс авіаційних конструкцій – Одеса, 2010.
2. Хильченко Н.Ф., Волков Н.А. Дефектоскопический контроль деталей – Журнал Техника и вооружение №7, 1981.
3. Смирнов Н.Н., Ицкович А.А. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию. – М.: Транспорт, 1987, – 272 с.

*Надійшла до редакції 05.10.2013*