

УДК 621.518.3

ФЕДОТОВ І.Н., старший науковий співробітник

ЗВАРИЧ В.І., старший науковий співробітник

ХІЛЬЧЕНКО Н.Ф., кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник

МЕТОДИКА ЗАСТОСУВАННЯ ЗБУДНИКА КОЛИВАНЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ ПЛАНЕРА ЛІТАКА

У статті розглядається методика практичного застосування запропонованого авторами збудника коливань елементів конструкції літака, як засобу неруйнівного контролю авіаційних конструкцій.

Ключові слова: збудник коливань елементів конструкції лопаток, неруйнівний контроль, технічне діагностування авіаційної техніки.

Застосування засобів неруйнівного контролю є одним із пріоритетних напрямків для визначення технічного стану авіаційної техніки (АТ). Особливо це важливо, коли йдеться про контроль конструкцій в місцях, недоступних для візуального спостереження та застосування інших методів дефектоскопії.

Відомо, що частота власних коливань будь-якої механічної конструкції залежить від маси та геометричних форм цієї конструкції. При появі в цій конструкції механічних пошкоджень (тріщин, сколів і т. п.) частота власних коливань змінюється (зменшується). Експериментально визначено, що падіння міцності на 8...10% приводить до зменшення частоти коливань на 2...3%. Таким чином, вимірюючи частоту власних коливань, можна визначити технічний стан конструкції. На цій властивості і базується застосування збудника коливань.

Збудити механічні коливання, наприклад крила літака, можливо за допомогою магнітного поля, яке створюється котушками індуктивності. При правильному підборі балансу фаз та амплітуд каскадів збудника можливо досягнути тотожні по циклу коливання компенсації демпфуючих сил. Тоді автоколивання устанавлюються строго на частоті резонансних недемпфуючих коливань конструкції. Ця частота залежить тільки від характеристик міцності і жорсткості конструкції та розподілу мас по її об'єму.

Для систем з декількома ступенями свободи автоколивання можуть виникати та підтримуватись на частоті будь-якого із тонів власних коливань, для якого виконані умови балансу фаз та амплітуд. Практика показує, що автоматично збуджуються коливання, які потребують найменших енергетичних затрат. Як правило, ці коливання знаходяться на одному з найнижчих тонів. Ця обставина використовується в методиці практичного застосування збудника коливань.

Контролюючи періодично частоту власних коливань конструкції, ми фактично контролюємо її технічний стан. Періодичність контролю та методика аналізу результатів в даній статті не розглядаються, вони будуть предметом окремої роботи.

Авторами розроблена електрична схема збудника коливань елементів конструкції літака (рис. 1) та виготовлено дослідний зразок (рис.2), який здатний працювати як на малогабаритному макеті літака, так і безпосередньо на літаку.

Збудник коливань входить у склад дефектоскопічної установки, в яку також входять котушки індуктивності, феромагнітна пластина, індукційний датчик, підставка, джерело живлення та система реєстрації інформації.

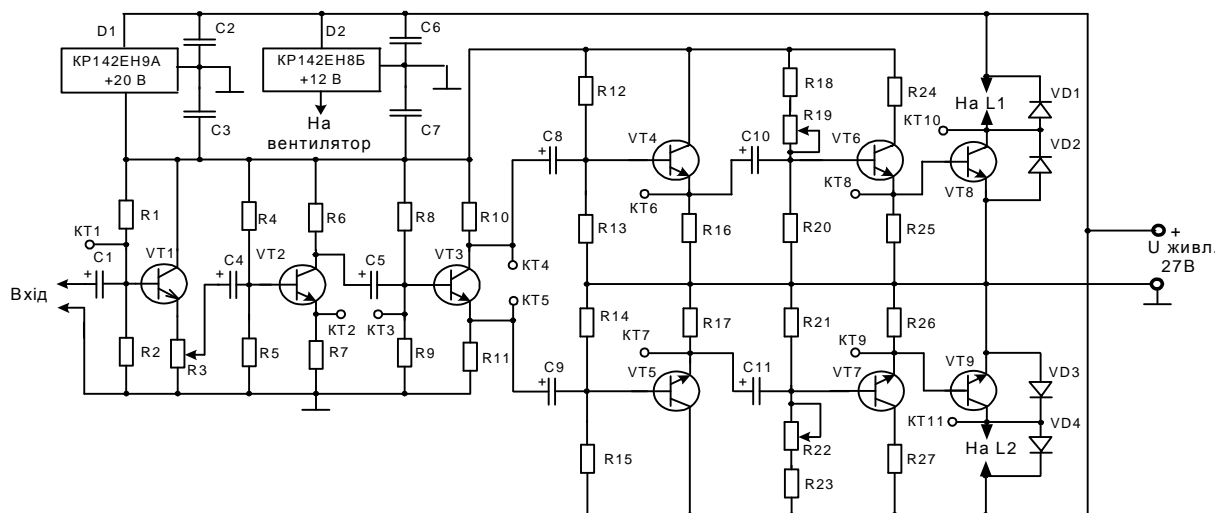


Рис. 1. Принципова електрична схема транзисторного підсилювача

За схемним рішенням збудник коливань представляє собою підсилювач низькочастотних коливань (ПНК) з регульованою вихідною потужністю.

Особливістю схеми ПНК являється роздільне електроживлення вихідного та вхідного каскадів, що забезпечує відсутність впливу наведень з вихідного каскаду, який працює на потужне індукційне навантаження, на вхідні каскади, стабільність роботи, відсутність самозбудження.

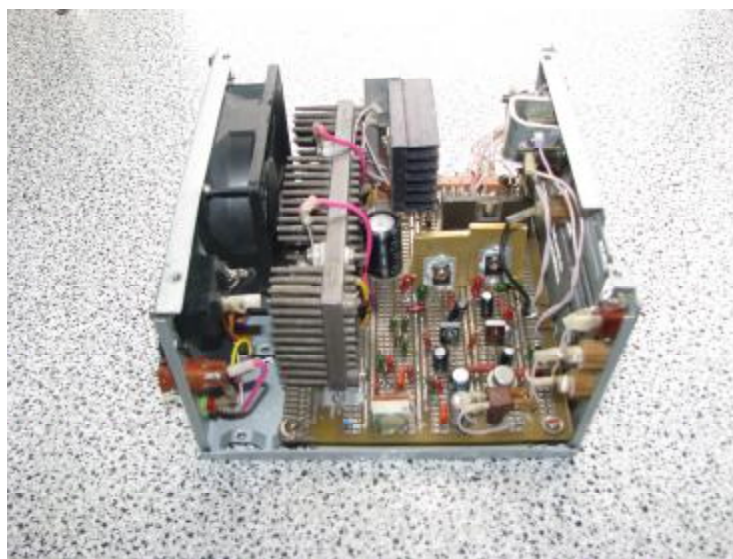


Рис. 2. Зовнішній вигляд збудника коливань елементів конструкції планера літака

Конструктивно збудник коливань виготовлений в металевому корпусі розмірами 150x140x85 мм., маса – 0,8 кг. На зовнішніх сторонах корпусу блоку змонтовані з'єднувачі, клеми контролю, індикатори та потенціометри регулювання. З'єднувальні кабелі дозволяють розташовувати його на відстані від досліджуваної конструкції. Збудник коливань живиться постійним струмом напругою 27В, потужністю не менше ніж 80 Вт.

В якості навантаження передбачається використання котушок індуктивності, намотаних мідним дротом. Чим масивніша досліджувана конструкція, тим потужніші повинні бути котушки і тим на більшу потужність потрібно регулювати збудник коливань.

Дослідний зразок збудника коливань може працювати на котушки індуктивності з омичним опором від 5 до 200 Ом, робочий струм I_p в котушках від 5,4 до 0,135А.

У початковому стані збудник коливань відрегульований на навантаження 10Ом., $I_p = 2,7$ А. При необхідності можливо його відрегулювати на навантаження від 5 до 200 Ом без розкриття блоку.

Методика застосування збудника коливань елементів конструкції планера літака складається із двох етапів. На першому етапі проводимо регулювання збудника коливань, якщо є в цьому необхідність. На другому етапі застосовуємо збудник коливань у складі дефектоскопічної установки.

Перший етап методики полягає у наступному:

визначається струм спокою I_0 вихідних каскадів (струм без подачі вхідного сигналу). Зазвичай $I_0 = 0,1 I_p$; $I_p = \frac{U_{жив}}{R_n}$. Нехай $R_n = 5$ Ом, $U_{жив} = 27$ В, тоді $I_p = 5,4$ А, звідки $I_0 = 0,54$ А;

підключається амперметр послідовно з однією з котушок, наприклад $L1$;

регулятор “Вхід” виводиться вліво до кінця;

подається напруга живлення на збудник коливань, потенціометром “ІІІ” ($R19$) та установлюється $I_0 = 540$ мА;

аналогічним чином установлюється I_0 другого вихідного каскаду, для чого амперметр підключається послідовно з котушкою $L2$, регулюється потенціометром “ІІІ” ($R22$);

подається вхідний сигнал плавним поворотом регулятора “Вхід”, при цьому контролюються показання амперметра в режимі змінного струму. Величина струму може доходити до 5,5А;

підключається вольтметр постійного струму до клем на корпусі блоку “І” та “ІІІ” (“ІІІ”), показники приладу повинні бути від 8В до 10В;

вимикається вхідний сигнал поворотом регулятора “Вхід” вліво до кінця;

вимикається живлення вимикачем “Мережа”.

У випадках, коли потрібно внести незначні зміни в режим роботи збуджувача, то застосовується спрощений спосіб регулювання вихідної потужності збудника коливань.

Суть цього способу полягає у вимірюванні напруги “колектор-емітер” вихідних каскадів ($U_{ке}$) у режимі спокою та при подачі сигналу. $U_{ке}$ знаходиться у

протилежній залежності від струму вихідних каскадів. Чим більше струм транзистора (тобто вихідна потужність), тим менше буде $U_{ке}$.

Наприклад, нам потрібно збільшити струм спокою I_0 . Для цього вмикається збудник коливань в режимі спокою (без сигналу), підключається вольтметр постійного струму на 30 В до клем на корпусі блоку “I” та “III” та заміряється значення $U_{ке}$ I-го плеча. Заміряється $U_{ке}$ II-го плеча на клеммах “I” та “III”. Напруги $U_{ке}$ в плечах “II” та “III”, при симетричній роботі вихідних каскадів повинні бути рівними. Регулюванням потенціометрів “II” (R19) та “III” (R22) зменшується $U_{кеIII}$ ($U_{кеIII}$) на (1...3В). Робиться $U_{кеIII} = U_{кеII}$.

Аналогічним чином можливо регулювати вихідну потужність при подачі вхідного сигналу – показники вольтметра будуть значно менше, ніж в режимі спокою ($I_0 = 0,1 I_p$)

На другому етапі розробленої методики розглядається застосування збудника коливань у складі дефектоскопічної установки, безпосередньо на літаку.

1. Готується дефектоскопічна установка до роботи. Для цього встановлюються стояки з котушками індуктивності та магнітом датчика біля конструкції, яку досліджують. Феритова пластина розташовується між котушками на однаковій відстані. Магніт датчика розташовується від 1/2 до 1/4 відстані між котушками.

2. Готується збудник коливань до роботи. Для цього:

підключається до з'єднувачів кабелі “Живлення”, “Вхід”, “Вихід на ПК”, “Навантаження”;

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

підключається кабель “Вхід” до датчика коливань;

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

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

регулятор “Вхід” встановлюється вліво до упору;

включається живлення збудника коливань перемикачем “Живлення”, при цьому засвітиться світлодіод “27В”;

подається вхідний сигнал поворотом вправо регулятора “Вхід” до появи стійких коливань конструкції;

якщо коливання не з'явилися, то повертається регулятор “Вхід” вліво до упору, зменшується відстань між котушками, потім знову подається вхідний сигнал поворотом вправо регулятора “Вхід” до появи стійких автоколивань;

якщо коливання ще не з'явилися, то збільшується струм спокою I_0 і робочий струм I_p вихідних каскадів;

після отримання стійких коливань, при мінімальному вхідному сигналі, фіксуються результати виміру на ноутбук;

вимикається збудник коливань поворотом регулятора “Вхід” вліво до упору; виключається живлення вимикачем “Живлення”.

Запропонований збудник коливань елементів конструкції планера літака та методика його застосування може знайти практичне використання в лабораторіях технічного діагностування авіаційної техніки авіаремонтних підприємств.

ЛІТЕРАТУРА

1. Юхачев В.В., Харченко О.В., Пащенко С.В., Хільченко М.Ф. Коливання і ресурс авіаційних конструкцій – Одеса, 2010р.
2. Хильченко Н.Ф., Волков Н.А. Дефектоскопический контроль деталей – Журнал Техника и вооружение №7, 1981г.
3. Смирнов Н.Н., Ицкович А.А. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию. – М.: Транспорт, 1987г. – 272с.
4. Шимкович Д.Г. Расчет конструкций в MSC/NASTRAN for Windows – ДМК Москва 2003г.

Надійшла до редакції 24.10.2012