

УДК 621.518.3

ФЕДОТОВ І.Н., старший науковий співробітник

ЗВАРИЧ В.І., старший науковий співробітник

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

ДО ПИТАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ЗБУДНИКА КОЛИВАНЬ КОНСТРУКЦІЙ ПЛАНЕРА ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ, ЯК ЗАСОБУ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ЇХНЬОГО ТЕХНІЧНОГО СТАНУ

У статті обґрунтовується вибір схемного рішення збудника коливань елементів конструкції планера літака зі стійкими вихідними характеристиками

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

Ідея використання збудника коливань елементів конструкції планера літальних апаратів (ЛА), як засобу неруйнівного контролю їхнього технічного стану, не втрачає своєї актуальності. Існують об'єктивні причини появи в конструкціях ЛА втомних, зношуваних пошкоджень вузлів кріплення розташованих, як правило, у важко доступних місцях.

Метод контролю технічного стану авіаційної техніки (АТ) за допомогою збудника коливань елементів конструкцій ЛА має ряд переваг перед іншими методами неруйнівного контролю:

можливість запровадження контролю і виявлення порушень міцності конструкцій в місцях, недоступних для візуального і інших методів дефектоскопії;

можливість контролю ЛА без виведення їх з ладу, безпосередньо в місцях базування;

можливість використання збудника коливань у складі технічних засобів пересувної дефектоскопічної лабораторії авіаремонтного підприємства, що гарантує високий технічний рівень робіт щодо контролю технічного стану АТ;

можливість централізованого збору, обробки та узагальнення, оперативного використання і збереження інформації про результати проведених робіт;

низька вартість комплектуючих виробів для виготовлення збудника коливань.

Автори провели аналіз роботи варіантів схем збудників коливань, які раніше застосовувались [1, 2]. Ціллю цих досліджень являлась обґрунтованість вибору схемного рішення збудника з розширеними функціональними можливостями та стійкими експлуатаційними характеристиками. Аналізу піддавалися не тільки схемні рішення, але й параметри, які видавав збудник. Для цієї цілі виготовлялися лабораторні зразки та проводилось їхнє випробування на різних режимах роботи.

В перших варіантах схем збудників коливань використовувались підсилювачі низької частоти (ПНЧ) які складалися, як правило, з двох або трьох послідовно

з'єднаних каскадів на транзисторах з гальванічним (безпосереднім) зв'язком між ними (рис.1).

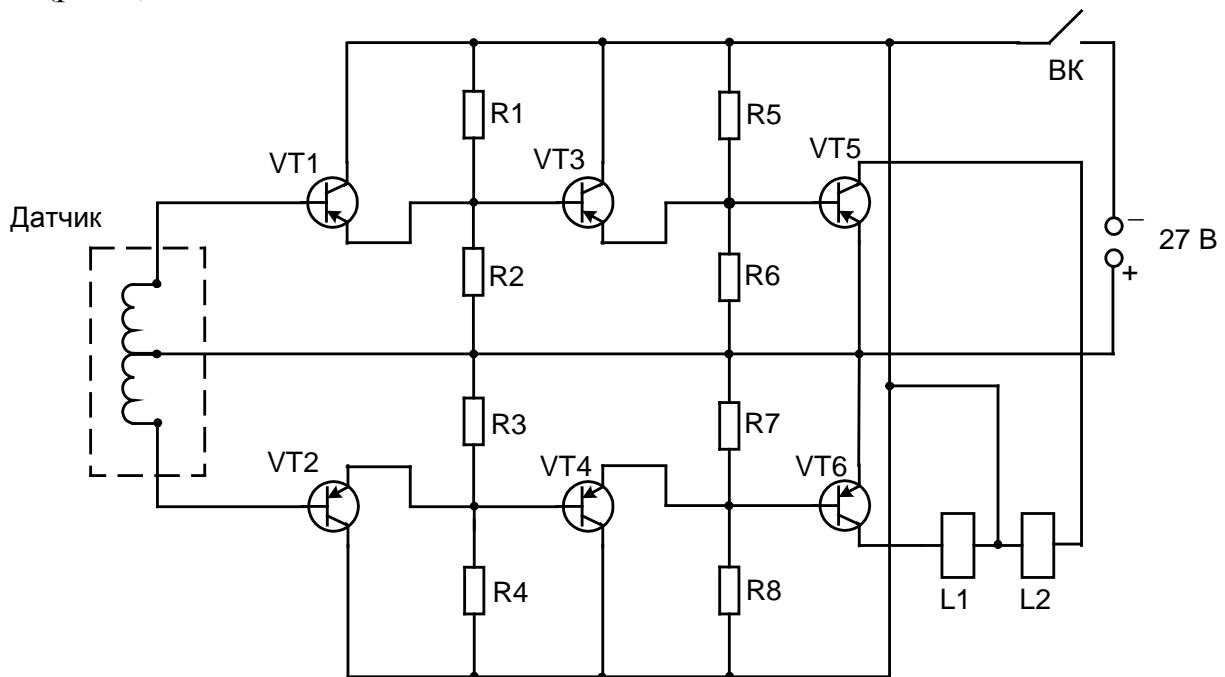


Рис. 1. Принципова електрична схема транзисторного ПНЧ з гальванічним зв'язком між каскадами

Аналіз показав що такі схеми можуть працювати і навіть забезпечувати підсилення сигналу, але їх робота буде досить нестійкою за наступними причинами:

не можливо встановити режими живлення кожного транзистора схеми, через відсутність роздільних конденсаторів між ними;

на виході збудника з'являється дрейф нуля підсилювача. Напряга дрейфу нуля сумірна з напругою вхідного сигналу, що неминуче призводить до неприпустимих спотворень підсилюючого сигналу;

живлення всіх каскадів від одного джерела напруги приводить до появи наведень з виходу схеми на вхід, через спільне джерело живлення, періодичним самозбудженням та виходом з ладу транзисторів.

Таким чином, схеми ПНЧ з послідовно з'єднаних каскадів, з гальванічним зв'язком між ними та спільним джерелом живлення всіх каскадів, неприйнятні для створення потужного, стійкого в роботі збудника коливачів.

Враховуючи вище наведене, збудник коливачів повинен відповідати наступним вимогам:

збудник коливачів повинен функціонувати від двох джерел управляючих сигналів – датчика електричних коливачів конструкції, яка досліджується, та генератора низької частоти (ГНЧ), який вбудований в схему збудника коливачів;

датчик електричних коливачів та ГНЧ повинні мати амплітуду управляючого сигналу близьку до 0,1 В та діапазон частот від 4 Гц до 100 Гц;

на виході збудника коливачів повинна бути напруга синусоїдальної форми амплітудою не більше ніж 27 В та струмом з навантаженням до 5 А;

для забезпечення роботи на різні по габаритам та масі елементи конструкції ЛА (крило, оперення тощо.) вихідна потужність повинна регулюватися; однозначність та простота реєстрації параметрів, які вимірюються; невеликі габарити та маса.

На основі проведеного аналізу, а також враховуючи вимоги, яким повинен відповідати збудник коливань, була розроблена принципово нова модель з розширеними можливостями його застосування та стійкими експлуатаційними характеристиками.

Запропонована авторами схема ПНЧ, який входить у склад збудника коливань, складається із шести послідовно з'єднаних каскадів з ємнісним зв'язком між ними (рис.2).

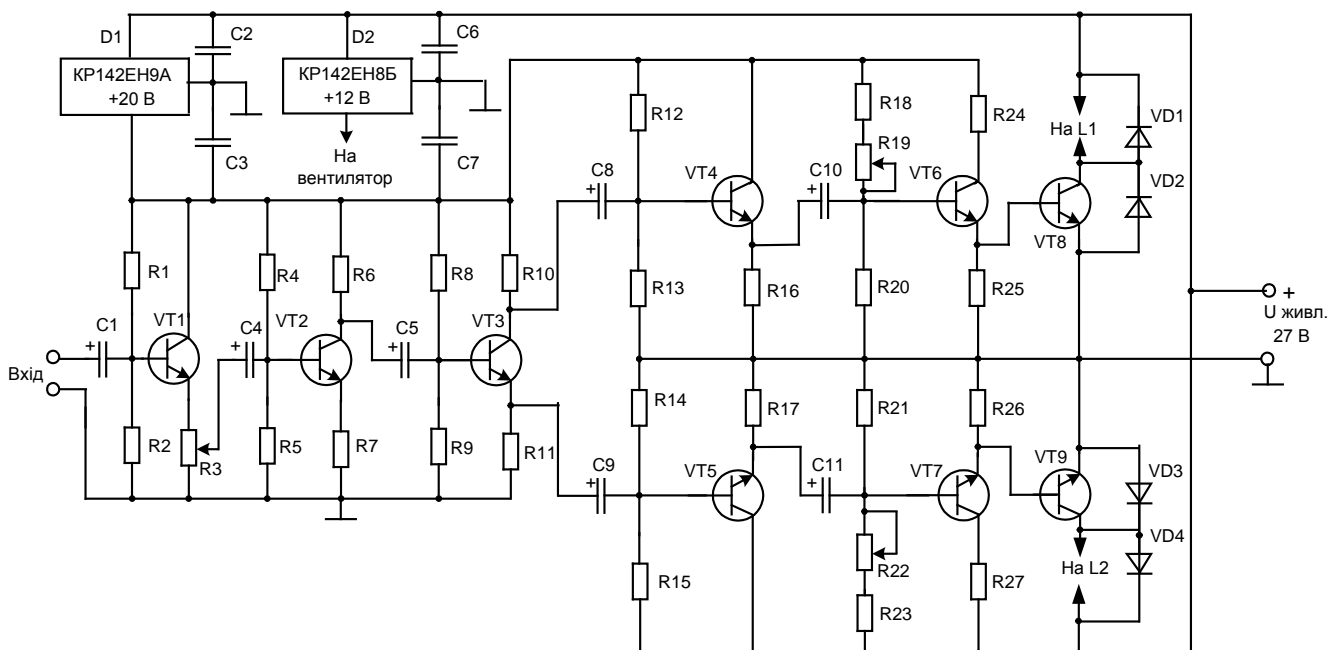


Рис. 2. Принципова електрична схема транзисторного ПНЧ з ємнісним зв'язком між каскадами

Три перших каскади: VT1, VT2 та VT3 являються загальними для всієї схеми ПНЧ. Каскади VT4, VT6, VT8 та VT5, VT7, VT9 утворюють два плеча ПНЧ, кожне з яких працює на своє навантаження (котушка електромагніта). Підсилення сигналу в обох плечах повинно бути однаковим.

Для забезпечення стійкості роботи схеми ПНЧ застосовано роздільне живлення вхідних (VT1 ... VT7) та вихідних (VT8, VT9) каскадів.

Функціональна схема збудника коливань зображена на рис.3.

На функціональній схемі збудника коливань (рис. 3) позначено: ДК – датчик коливань; ІН – індикатор настроювання; СН – стабілізатор напруги; ВО – вентилятор обдуву; ЕП – емітерний повторювач; ПНЧ – підсилювач низької частоти; ФІ – фазоінвертор; ЕМ – електромагніт.

Вихідні потужні каскади ПНЧ живляться постійним струмом напругою 27 В. Вхідні каскади ПНЧ а також допоміжні вироби (ІН, ГНЧ, ВО) живляться від

стабілізаторів напруги 20 В, 12 В та 5 В, які видають стабільну, відфільтровану від пульсацій напругу. Вхідна напруга для стабілізаторів поступає від того ж джерела живлення 27 В.

Збудник коливань має вбудований ГНЧ з робочим діапазоном від 4 до 100 Гц та ІН датчика коливань. Вони зібрані на окремих платах та живляться стабілізованою напругою 5 В.

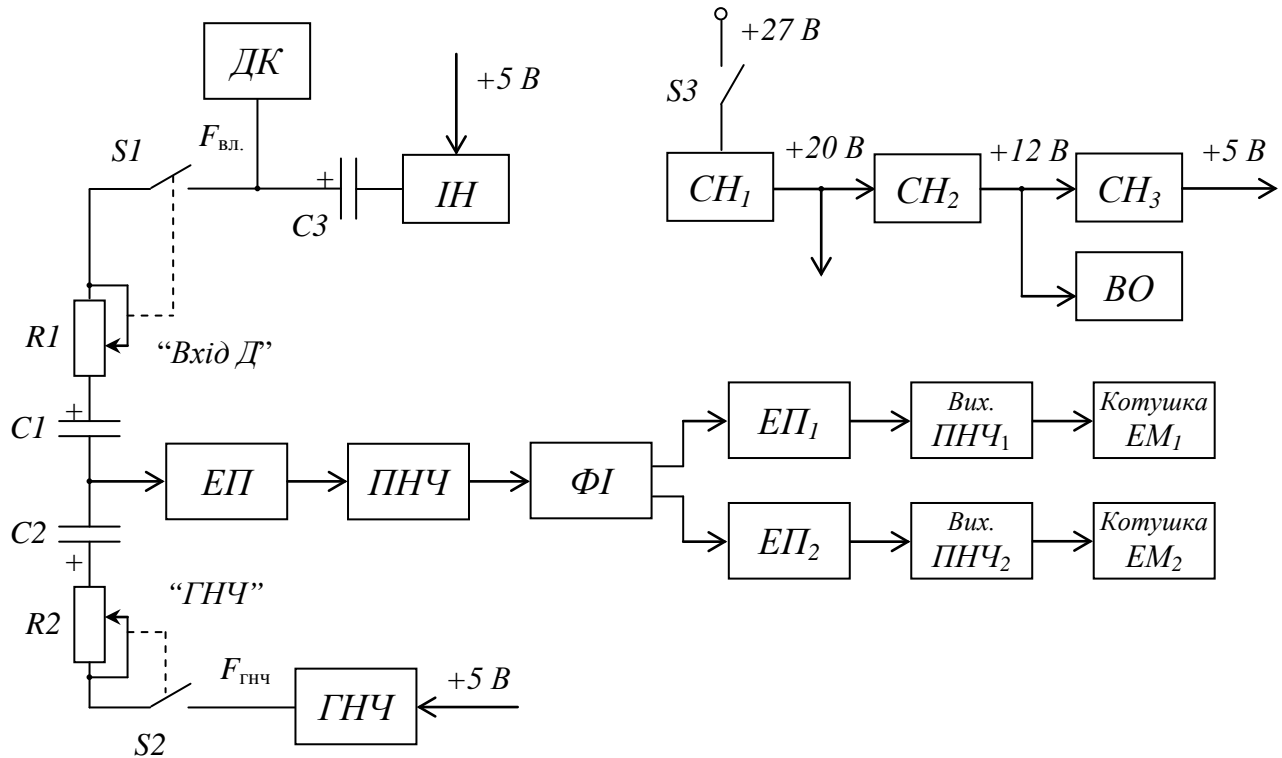


Рис. 3. Функціональна схема збудника коливань

Збудник коливань має два режими роботи:

режим “Датчик”, коли управляючий сигнал поступає з датчика коливань конструкції. При цьому визначається частота власних коливань конструкції $F_{вл}$;

режим “ГНЧ”, коли управляючий сигнал поступає з ГНЧ. При цьому робиться примусове розгойдування конструкції на одній із частот ГНЧ, з послідовним аналізом реакції конструкції, а також визначення частоти власних коливань $F_{вл}$.

Авторами був виготовлений дослідний зразок збудника коливань, проведено лабораторні досліди в різних режимах і на різне по величині навантаження. Для навантаження застосовувались котушки індуктивності електромагнітів з омичним опором від 5 до 200 Ом.

Збудник коливань забезпечує стійку роботу з чіткою фіксацією результатів вимірів параметрів досліджуваної конструкції на жорсткому диску ПЕОМ.

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 0,135 А.).

Збудник коливань живиться постійним струмом напругою 27 В, потужністю 80 Вт.

Конструктивно збудник коливань виготовлений в металевому корпусі розмірами 150x140x85 мм, масою – 0,8 кг. На зовнішніх сторонах корпусу блоку змонтовані з'єднувачі, клеми контролю, індикатори та потенціометри регулювання. Зовнішній вигляд збудника коливань зображено на рис. 4.

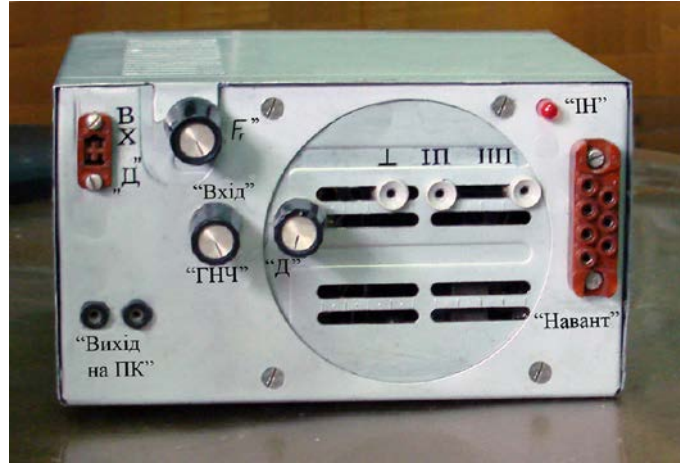


Рис. 4. Зовнішній вигляд збудника коливань

Методику застосування збудника коливань елементів конструкції планера літака для перевірки їх технічного стану запропоновано та розглянуто в роботах [3, 4].

Викладені у статті пропозиції щодо вибору схемного виконання збудника коливань зі стійкими характеристиками можуть знайти практичне застосування в пересувних лабораторіях дефектоскопії АТ авіаремонтних підприємств.

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. Федотов І.Н., Зварич В.І., Хільченко Н.Ф., Методика застосування збудника коливань елементів конструкції планера літака // Збірник наукових праць ДНДІА. – К.: ДНДІА, 2012. – Вип. № 15. – С 215–219.
4. Федотов І.Н., Зварич В.І., Бойко А.П., Агамов Л.Г. До питання застосування засобів неруйнівного контролю для перевірки технічного стану планера літака // Збірник наукових праць ДНДІА. – К.: ДНДІА, 2013. – Вип. № 16. – С 199–203.

Надійшла до редакції 05.10.2014