ТЕХНІЧНІ НАУКИ

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-7-71-1>

УДК 62-97

Безвесільна О.М.Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**Петренко О.В., Ільченко М.В.**Публічне акціонерне товариство
«Науково-виробниче об'єднання «Київський завод автоматики»

ОЦІНКА ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЇ КРОНШТЕЙНА ДЛЯ УСТАНОВКИ ПРИЛАДІВ ГТ46, ГТ46-01 НА ЇХ ВИХІДНІ СИГНАЛИ

Анотація. В роботі наведено результати експериментальних досліджень резонансних характеристик кронштейнів, на яких закріплені гіротахметри стабілізатора озброєння у бойовому модулі. Випробуванням піддані кронштейни консольної конструкції та кронштейни з жорстким конструктивом. Випробування проводилися з метою виявлення резонансних коливань кронштейнів обох конструкцій та закріплених на них гіротахметрів та можливого впливу цих резонансів на порушення в конструкціях ГТ46. Для виявлення резонансних коливань кронштейнів з встановленими на них гіротахметрами, кронштейни зазнали впливу: – синусоїдальної вібрації на ударному стенді ВЕДС-400 в лабораторії кліматичних та механічних випробувань у режимі автоматичного хитання частоти (АКЧ) з автоматичним регулюванням посилення (АРУ); – в умовах полігонних випробувань.

Ключові слова: кронштейн, консоль, резонанс, вібровипробування, гіротахметр.

Bezvesilna OlenaNational Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»**Petrenko Oleksii, Pichenko Mykola**Public Joint Stock Company «Research-and-Production Association
«Kyiv Avtomatics Plant» Kyiv, Ukraine

ESTIMATION OF INFLUENCE OF CONSTRUCTION OF BRACKET FOR SETTING OF DEVICES OF GT46, GT46-01 ON THEIR INITIAL SIGNALS

Summary. The paper presents the results of experimental studies of the resonance characteristics of the brackets, on which the gyro-ohmmeter gauges of the stabilizer of the weapon are fixed in the combat module. The test is subject to the bracket of the console construction and the bracket with a solid construct. The tests were conducted in order to detect resonance oscillations of the brackets of both structures and the gyro-ohmmeter mounted on them and the possible influence of these resonances on the violation in the structures of the GT46. To detect the resonant oscillations of the brackets with the gyro-hammers installed on them, the brackets were exposed: – sinusoidal vibration on the shock stand of the Laboratory of Climatic and Mechanical Testing VEDS-400 in the laboratory of climatic and mechanical tests in the mode of automatic frequency fluctuation (ACF) with automatic gain control (AGC); – in field testing. The figures show the locations of the sensors by means of which shock overloads were recorded in the places where they were installed. The spectrographs show the curves of vibration loading. According to the results of spectrograph analysis, the following conclusions are made: 1. In the process of investigating the resonant characteristics of the brackets of the console construction and with a solid construct with attached to the gyrotachometers GT46 and GT 46-01, it was established: – when using the console construction bracket with gyrotachometers mounted on it, a resonance with an amplification factor $K = 23$ at a frequency of 21 Hz occurs; – Resonance is absent when using a bracket with a solid construct. The vibration on the body of the GT practically coincides with the frequency that defines the vibration of 1g. It is necessary to exclude the violation of the design of the resonant frequency bracket GT46 in the place of fixing the sensors because the latter leads to a deterioration of informational output signals GT46 devices affecting the criterion of bulkiness in the shooting. 2. From spectrograms of figs. 3–8, it follows that the resonant peaks of the gyrotachometers are in the frequency range of 20–22 Hz and 33–37 Hz, with the resonance peaks on the device GT46-01, as on the same device mounted on a bracket with a solid construct.

Keywords: bracket, console, resonance, vibration test, gyrotachometer.

Постановка проблеми. При виконанні робіт по приведенні гармати бойового модуля до нормального бою [1; 2] купність пострілів не відповідала вимогам технічної документації. Для вирішення цієї проблеми було проведено цілий ряд випробувань одним з яких була перевірка резонансних характеристик кріплення датчиків кутової швидкості – гіротахметрів ГТ46.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. З аналізу технічної документації в тому числі [1; 2] відомо, що кріплення кронштейну у машині БМП-2 виконано з допомогою жорсткого закріпленого кронштейна без елементів консольності конструкції. Проблему статті досліджували та приймали активну участь у вирішенні Цірук В.Г., Янкевич Г.Е., Кохан Ю.М., Мошнін В.М.

Виділення нерозв'язаних раніш частин загальної проблеми. Аналіз постановленої проблеми та аналіз досліджень та публікації вказує на те, що купність пострілів пов'язана з нежорстким, а консольним кріпленням кронштейну кріплення у машині.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є визначення резонансних характеристик кронштейнів, які жорстко виконують кріплення гіротахометрів та за допомогою консольного кріплення.

Викладення основного матеріалу. Дослідження резонансних характеристик кронштейнів консольної конструкції та з жорстким конструктивом проводилися з метою виявлення резонансних коливань кронштейнів обох конструкцій та закріплених на них гіротахометрів (ГТ46 та ГТ46-01) і можливого впливу цих резонансів на їх вихідні сигнали.

1. Для виявлення резонансних коливань кронштейнів із установленими на них гіротахометрами, кронштейни зазнали впливу синусоїдальної вібрації в режимі автоматичного хитання частоти (АКЧ) з автоматичним регулюванням посилення (АРУ).

При випробуваннях використовувалися два п'єзоакселерометри КД-35, із чутливістю 35 мВ/г, які встановлювалися:

1 – варіант: один у місці закріплення кронштейна консольної конструкції до куба на вібростенді ВЭДС-400; інший на гіротахометрі ГТ46 (рис. 1).

Рис. 1. Схема установки прецизионных пьезоакселерометров КД-35 при використанні кронштейна консольної конструкції

2 – варіант: один на кронштейні з жорстким конструктивом у місці кріплення його до куба на вібростенді ВЭДС-400; інший на гіротахометрі ГТ46 (рис. 2).

Рис. 2. Схема установки прецизионных пьезоакселерометров КД-35 при використанні кронштейна з жорстким конструктивом

Сигнали з датчиків вібрації через підсилювачі у якості яких використовувалися вольтметри VM-70 надходили на вхід чотириканального цифрового аналізатора спектра 1220. Швидкість розгорнення частоти в режимі АКЧ близько 1 окт/хв.

2. Дослідження впливу конструкції кронштейна на вихідні сигнали ГТ46, ГТ46-01.

Проведені дослідження вихідних сигналів гіротахометрів: вихідної напруги датчиків кута (ДК) і гармонійної складової сигналу ДК по постійному струму з метою виявити вплив діючих на прилад лінійних коливань корпусу на вихідний сигнал ДК, що реєструє обертальний рух підвісу при встановленні ГТ на кронштейнах консольної конструкції та з жорстким конструктивом.

У цьому плані виявлений сигнал можна розглядати, як «шумову» складову у вихідному сигналі ГТ. Представлені на рис. 3–8 значення «шумової» складової сигналу ДК отримані при випробуванні приладів на вібростенді ВЭДС-400 при послідовному впливі вібрації на осі чутливості (ГТ46-01) та осі обертання ротора гіромотору (ГТ46) з перевантаженням до 1g у діапазоні частот (15–50) Гц.

3. При дослідженні приладів ГТ при випробуваннях у польових умовах, гіротахометри ГТ46 і ГТ46-01 були встановлені у виріб на кронштейні консольної конструкції. У момент одиночних пострілів проводилися виміри вихідних сигналів ДК по змінному струму за допомогою осцилографа GDS2204.

4. Результати проведення випробувань

4.1. Результати відпрацювання вибірок віброприскорення в діапазоні вимірюваних частот 15–65 Гц представлено на спектрограмах 3–6 (рис. 3–6).

На спектрограмі 1 (рис. 3) представлена інформація про вібрацію, що задає, 1g на кронштейні консольної конструкції в місці кріплення його до куба за допомогою 4-х гвинтів.

На спектрограмі 2 (рис. 4) наведені результати виміру вібрації корпусу знеструмленого приладу ГТ46, встановленого на кронштейні консольної конструкції при збудливій вібрації. На спектрограмі має місце резонанс з коефіцієнтом підсилення $K=23$ на частоті 21 Гц.

На спектрограмі 3 (рис. 5) наведені результати виміру вібрації на кронштейні з жорстким конструктивом у місці кріплення його до куба на 6 гвинтах при вібрації, що задає, 1g.

На спектрограмі 4 (рис. 6) представлені результати вібрації корпусу знеструмленого приладу ГТ46, встановленого на кронштейні з жорстким конструктивом при вібраційному впливі 1g. На спектрограмі резонанс відсутній. Результати, отримані на спектрограмах 3 і 4, практично збігаються, що доводить, то що вібрація на корпусі ГТ збігається з вібрацією, що задається, 1g.

4.2. На діаграмах 1 (рис. 7) представлені дані, отримані при випробуванні приладів ГТ46 та ГТ46-01 на кронштейні консольної конструкції, а на діаграмах 2 (рис. 8) представлені дані, отримані при випробуваннях приладів на кронштейні з жорстким конструктивом. Із зазначених діаграм випливає, що резонансні піки гіротахометрів перебувають у діапазоні частот 20–22 Гц і 33–37 Гц, при цьому резонансні піки на приладі ГТ46-01, встановленому на кронштейні кон-

Рис. 3. Спектрограма 1

Кріплення ГТ46 за рис. 1 на 4 гвинтах: – кріплення KD-35 біля основи кронштейна – задавальна частота 1g

Рис. 4. Спектрограма 2

Кріплення ГТ46 за рис. 1 на 4 гвинтах: – кріплення KD-35 на корпусі ГТ46 – резонанс з $K = 23$ на частоті 21 Гц

Рис. 5. Спектрограма 3

Кріплення ГТ46 за рис. 2 на 6 гвинтах: – кріплення KD-35 біля основи кронштейна – задавальна частота 1g

Рис. 6. Спектрограма 4

Кріплення ГТ46 за рис. 2 на 6 гвинтах: – кріплення KD-35 на корпусі ГТ46 – резонанс відсутній

Рис. 7. Діаграми 1 випробувань консольного кріплення ГТ

U1 (вольт пост) – перемінна складова напруги по постійному току чи гармонічна складова випрямленого сигналу ДК по постійному струму
U2 (вольт перем) – вихідна напруга датчика кута

Рис. 8. Діаграми 2 випробувань жорсткого кріплення ГТ

U1 (вольт пост) – перемінна складова напруги по постійному току чи гармонічна складова випрямленого сигналу ДК по постійному струму
U2 (вольт перем) – вихідна напруга датчика кута

сольної конструкції суттєво вище (до трьох раз), ніж на тому ж приладі, встановленому на кронштейні з жорстким конструктивом.

4.3. Виміри вихідних сигналів ДК по змінному струму гіротахometrів ГТ46 та ГТ46-01 у процесі проведення випробувань наведено на діаграмах 3 (рис. 9). З наведених діаграм

випливає, що прилад вертикального каналу наведення (ВН) ГТ46 збуджується сильніше ніж прилад горизонтального каналу наведення (ГН) ГТ46-01 стабілізатора. Це може відбуватися по 2-м причинам:

– вісь чутливості приладу ВН збігається з горизонтальною віссю повороту властиво блоку

Рис. 9. Діаграми з польових випробувань консольного кріплення ГТ

озброєння (БВ), а вісь чутливості приладу ГН збігається з вертикальною віссю повороту башти разом з блоком озброєння (БО).

При цьому за рахунок більшого моменту інерції башти з БО у порівнянні з моментом інерції властиво БО при тому самому збурюванні, викликаному пострілом, коливання ГТ46 (ВН) будуть більшими, ніж коливання ГТ46-01 (ГН);

– прилад ГТ46 (ВН) встановлений на краю консолі кронштейна, а прилад ГТ46-01 (ГН) – у основі кронштейна, на якому закріплений останній. У наслідок цього при одиночному пострілі збурювання приладу ГТ46 (ВН) є більш інтенсивним, чим в приладу ГТ46-01 (ГН).

Висновок. У процесі досліджень резонансних характеристик кронштейнів консольної конструкції та з жорстким конструктивом з закріпленими на них гіротахметрами ГТ46 та ГТ 46-01 було встановлено:

– при використанні кронштейна консольної конструкції з встановленими на ньому гіротахметрами має місце резонанс з коефіцієнтом підсилення $K=23$ на частоті 21 Гц;

– при використанні кронштейна з жорстким конструктивом резонанс відсутній. Вібрація на корпусі ГТ практично збігається з частотою, що задає, вібрації 1g.

Необхідно виключити збудження конструкцією кронштейна резонансних частот ГТ у місці закріплення датчиків оскільки останнє приводить до погіршення інформативності вихідних сигналів приладів ГТ46, що впливають на критерії купчастості при стрільянні.

Резонансні піки гіротахметрів перебувають у діапазоні частот 20–22 Гц і 33–37 Гц, при цьому резонансні піки на приладі ГТ46-01 більш ніж на тому ж приладі, встановленому на кронштейні з жорстким конструктивом.

Список літератури:

1. Боевая машина пехоты BMP-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Часть 1. 1987. URL: <http://sergbukarevua.wixsite.com/voenlit/single-post/2016/07/18> (дата звернення: 15.07.2019).
2. Кудрявцев А.М., Уласевич О.К., Жеглов В.Н., Гумилев В.Ю. Стабилизаторы вооружения 2Э36 устройство и обслуживание. Рязань, 2013. URL: <http://portalnp.ru/wp-content/uploads/2014/04/KUDRYVTSEV-GUMILEV-SV-2E36pdf> (дата звернення: 12.04.2019).

References:

1. Boevaya mashina pehoty BMP-2. Tehnicheskoe opisanie i instruktsiya po ekspluatatsii [Infantry fighting vehicle BMP-2. Technical description and instruction on exploitation]. Part of 1. 1987. URL: <http://sergbukarevua.wixsite.com/voenlit/single-post/2016/07/18> (accessed 15 July 2019).
2. Kudryavcev A.M., Ulasevich O.K., Zheglov V.N., Gumilev V.Yu. (2013). Stabilizatoryi vooruzheniya 2E36 ustroystvo i obsluzhivanie [Stabilizator sof armament 2Y36 device and service]. Ryazan. URL: <http://portalnp.ru/wpcontent/uploads/2014/04/KUDRYVTSEV-GUMILEV-SV-2E36pdf> (accessed 12 April 2019).