

ВІЙСЬКОВІ НАУКИ

Безвесільна О.М.

доктор технічних наук, професор;

Петренко О.В.

начальник СКБ;

Ільченко М.В.

провідний інженер,

*Публічне акціонерне товариство «Науково-виробниче об'єднання
«Київський завод автоматики»*

РОЗШИРЕННЯ ДІАГНОСТИКИ ВІДМОВ СТАБІЛІЗАТОРІВ

Науково-технічний прогрес у галузях мікроелектроніки, обчислювальної техніки та удосконалення інформаційних сенсорів, що є носіями інформації про кутову швидкість, прискорення і кутові переміщення рухомих об'єктів, дав якісний поштовх у розробці нових сучасних цифрових систем управління вогнем (СУВ) та сучасних цифрових стабілізаторів озброєння (СО) замість аналогових СУВ та СО, які довгий час знаходились на озброєнні багатьох армій світу та України.

Одним із важливіших завдань при розробці цифрових СО було суттєве покращення технічних характеристик СО, підвищення швидкодії, зменшення масо-габаритних показників апаратури. Додатково розробниками СО було введено окремі режими автоматичної діагностики апаратури при відмові.

Питання автоматичної діагностики відмов було новим для цифрових СО. В аналогових стабілізаторах озброєння 2Э36-1(4) [1], що були застосовані у БМП-2 у блоці управління вогнем БУ-25-2С [2], з часом були застосовані додатково світлодіодні індикатори, які були встановлені до ланок живлення апаратури та видавали інформацію про цілісність лише плавких запобіжників. Інших можливостей для більш розширеного діагностичного контролю в аналоговій апаратурі не було, а якщо і були, то для цього потрібні нові схемно-технічні рішення побудови апаратури.

Для пошуку відмов апаратури, як правило, використовувались окремі блоки з комплектів запасних частин або блоки, що знімались з машин «донорів» та встановлювались до машин, де було зафіксовано несправність апаратури СО. Для більш кваліфікованого пошуку відмов використовувались спеціальні перехідні коробки, які з допомогою перехідних технологічних кабелів встановлювались до апаратури СО, де і визначалось, які ланки відмовили у кожному окремому блоці. Для виконання цих робіт була потрібна спеціальна апаратура та кваліфіковані виконавці.

Із переходом до цифрових стабілізаторів, які розроблені с застосуванням програмованої мікропроцесорної техніки, ситуація покращилась. Для

виконання цієї задачі з'явилися додаткові можливості, але для виконання розширених вимог щодо діагностичного контролю необхідне збільшення оперативного об'єму пам'яті мікропроцесорів, на яких побудовані СО, та введення до складу СО нового сенсора, який буде фіксувати прискорення у двох площинах (вертикальній та горизонтальній), що будуть діяти на корпус бронемашини при русі по пересіченій місцевості.

Для правильної діагностики на відмову СО необхідно розуміти, що апаратура СО виконує свої функціональні обов'язки у складі бойової машини та працює у взаємодії з системою управління вогнем (СУВ) та іншими системами. Тому, на безвідмовне функціонування СО у багатьох випадках впливає безвідмовне функціонування суміжних систем. Із досвіду діагностики відмов СО відомо, що у кінцевому підсумку проведених робіт виявляються відмови суміжних систем, які з причини відмови не видають на стабілізатор обмінних команд, а СО при цьому зберігає свою працездатність.

Стабілізатор озброєння це система автоматичного регулювання, яка складається з двох незалежних каналів наведення (рис. 1) – горизонтального (ГН) та вертикального (ВН), до яких входять: електромеханічні датчики кутової швидкості (ДКШ), цифрові пульти ПУ03-05 та цифровий блок управління БУ1022-04, підсилювачі сигналів управління УУД14-02, електричні виконавчі двигуни ЕДМ20М та механічні редуктори: механізми повороту та підйому. Такий набір різноманітних пристроїв тільки ускладнює можливості діагностичного контролю апаратури.

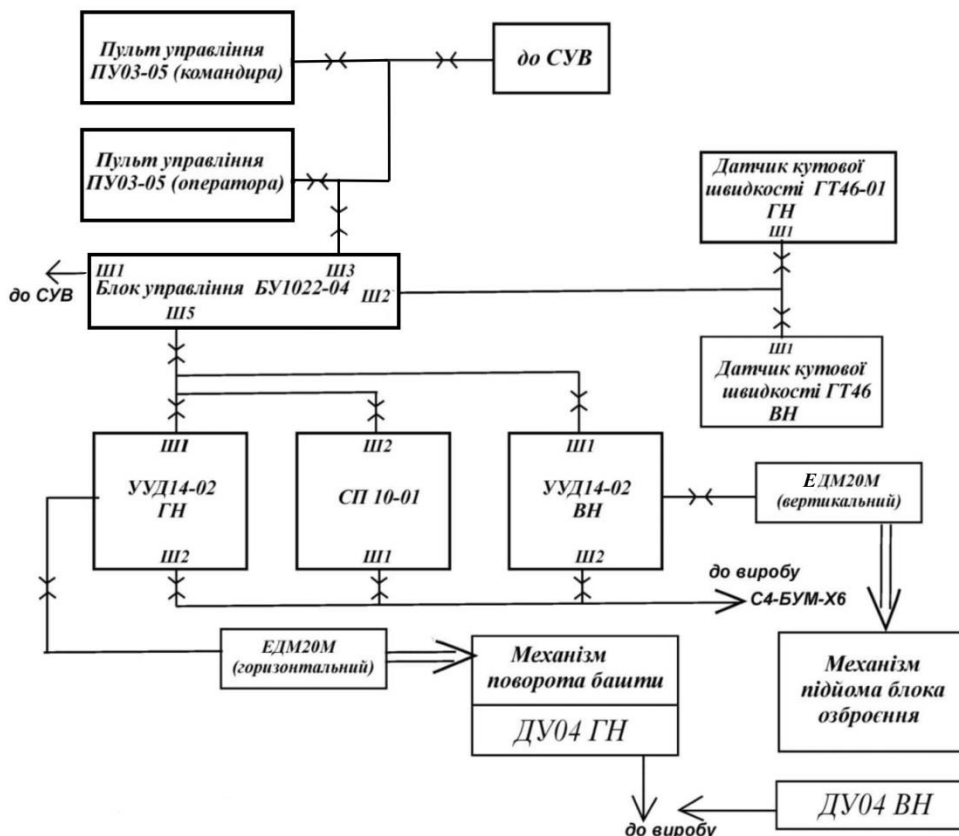


Рис. 1. Структурна схема стабілізатора

При розробці схемно-технічних цифрових СО у блоках управління БУ1022-04 та пультах ПУ03-05 були закладені основи автоматичної діагностики основних режимів роботи, які розпочинали проводити перевірку СО відразу після включення стабілізатора та виконувались у кожному такті роботи обчислювача до вимкнення стабілізатора. Ці перевірки відображені у п.1,3 таблиці 1. До них були включені перевірки контрольних сум пультів ПУ03-05 та контрольних сум блоку управління БУ1022-04. Додатково перевірялась цілісність інтерфейсних RS485 ліній зв'язку та наявність команди «ОЗНАКА» у відповідності з тим, з якого пульта виконується управління стабілізатором. У разі негативних результатів цих перевірок на пульті оператора чи командира, у відповідності з якого пульта проводилось управління стабілізатором, висвічувалась інформація «ННПУ» (Не Норма Пульта Управління) або «ННБУ» (Не Норма Блоку Управління), з блокуванням подальшої роботи стабілізатора по даному каналу для запобігання аварійної ситуації.

Окремо проводилась перевірка обчислювачів по каналам горизонтального наведення (ГН) та вертикального каналів наведення з формуванням у разі відмови аварійної інформації відповідно «ННГН» або «ННВН» з блокуванням включення стабілізатора по даному каналу для запобігання аварійних ситуацій.

Для запобігання виходу з ладу привідних двигунів ЕДМ20М та підсилювачів УУД14-02, при струмових перевантаженнях, в апаратурі СО впроваджені пристрої захисту по струму (ПЗС), що видавали інформацію про спрацювання ПЗС на пульти ПУ03-05.

Додатково на пультах управління СО висвічується інформація про знаходження башти на верхньому або нижньому упорах, про надходження у СО від СУВ команд «ГАБАРИТ» (приведення блоку озброєння у габарити машини та «ЦУ» (цілевказівка).

Багаторічна експлуатація аналогових та цифрових СО вказує на те, що багато відмов пов'язані з відмовами по-перше, які знаходяться на межі відмов суміжних з СО систем та по-друге з відмовами блоків СО, які ідифікувати наявними методами контролю не має можливості. У цих ситуаціях основними методами пошуку відмов є перевірені методи пошуку з використанням перехідних коробок з технологічними кабелями або заміна блоків, що умовно відмовили на справні з комплекту запасних частин.

Для розширення автоматичного пошуку відмов СО пропонується введення додаткових контрольних параметрів, що наведені у п. 2, 4-8 таблиці 1.

Для можливості контролю цих параметрів необхідно: розширення оперативної пам'яті обчислювачів, корегування програмно-алгоритмічного забезпечення та введення до комплекту СО датчика лінійних прискорень.

Таблиця 1

Таблиця формування аварійної інформації стабілізатором СВУ

№ з/п	Команди, сигнали, що надходять до СВУ	Команди, сигнали, що контролюються СВУ	Команди, сигнали, які сформовані СВУ	Аварійна інформація, що висвічується на дисплеї СВУ	Реакція СВУ
1	2	3	4	5	6
1	Вкл. СВУ	Перевірка контрольних сум пультів ПУ і блока БУ	НН ПУ (не норма ПУ), НН БУ (не норма БУ), НН ГН (не норма ГН), НН ВН (не норма ВН)	НН ПУ НН БУ НН ГН НН ВН	Блокування включення СВУ
	Команда ОЗНАКА	Контроль команди ОЗНАКА	НН ПР1 (при відсутності команди на пульті ПУ-О)	НН ПР1	Блокування включення СВУ
			НН ПР2 (при відсутності команди на пульті ПУ-К)	НН ПР2	
2	При включенні СВУ виникає самовільне обертання Б або БВ (або Б та БВ)	1) Котроль сигналів з пульта ПУ ВН та ПУ ГН	НН ВН1 (при ПУ ВН = 0 та АК ВН = 0)	НН ВН1	Блокування включення каналу ВН
		2) Контроль сигналів з акселерометрів АК ГН, АК ВН	НН ГН1 (при ПУ ГН = 0 та АК ГН = 0)	НН ГН1	Блокування включення каналу ГН
3	При включенні СВУ засвічена індикація ПЗСВН або ПЗСГН (або ПЗСВН, ПЗСГН)	Контроль струмів споживання приводами наведення ВН та ГН	УЗТВН (УЗТГН) УЗТВН, УЗТГН	УЗТВН (УЗТГН) УЗТВН, УЗТГН	Обмеження струму наведення на рівні 20А по каналу, де спрацював ПЗС

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
4	Після видачі команди Вкл. ЕМ у СУВ не виконується перехід на моторні гілки	1) Контроль видачі команди Вкл ЕМ із СВУ у СУВ	НН СВУ (при відсутності команди Вкл. ЕМ через 15-20 сек, після установки тумблера Привід у положення Вкл.)	НН СВУ (при відсутності команди Вкл. ЕМ через 15-20 сек після установки тумблера Привід у положення Вкл.)	При формуванні команди перехід на моторні гілки не можливе
		2) Контроль команд Вкл. ГН та Вкл. ВН від СУВ	НН СУВ1 (при відсутності від СУВ команди Вкл ГН) НН СУВ2 (при відсутності від СУВ команди Вкл ВН)	НН СУВ1 НН СУВ2	При формуванні команди включення каналу ГН не можливе При формуванні команди включення каналу ВН не можливе
		3) Контроль струмів споживання по каналу ВН та ГН при виконанні команд наведених по 1), 2)	НН СВУ1 (при ІГН =0) НН СВУ2 (при ІВН =0)	НН СВУ1 НН СВУ2	При формуванні команд включення відповідного каналу наведення не можливе
5	Одночасне надходження із СУВ у СВУ команд НУ та ВУ	Контроль надходження із СУВ одночасно команд НУ і ВУ	НН СУВ3 (при одночасному надходженні команд НУ та ВУ)	НН СУВ3	При формуванні команди наведення по каналу ГН та ВН не можливе

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6
6	При відпрацюванні команди ГАБАРИТ блок озброєння становиться на верхній або нижній упор	1) Контроль команд ГАБАРИТ, НУ, ВУ	НН СУВ4 (при одночасному надходженні команд ГАБАРИТ, НУ, ВУ)	НН СУВ4	При формуванні команди встановлення привод ВН у габарит по каналу ВН не можливо
7	При роботі СВУ в режимі ГТ	1) Контроль струмів споживання по каналам ГН та ВН 2) Контроль видачі з СВУ до СУВ команди Вкл ЕМ	НН СУВ5 (перехід СУВ на моторну гілку управління без отримання від СВУ команди Вкл. ЕМ (перехід на моторну гілку управління))	НН СУВ5	Блокування включення СВУ
8	Автокомпенсація відводів по двом (одному) каналу	Автокомпенсація не проходить, відводи не усуваються	На пульті керування СВУ, з якого проводилась автокомпенсація, висвічується коротко-часно ПОМИЛКА	ПОМИЛКА	Блокування включення СВУ не проводиться. Можливе проведення автокомпенсації відводів у ручному режимі

Джерело: розроблено авторами

Список використаних джерел:

1. Боевая машина пехоты БМП-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Часть 1. 1987 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://armyman/info/books/id-443.html>
2. Кудрявцев А.М., Уласевич О.К., Жеглов В.Н., Гумилев В.Ю. Стабилизаторы вооружения 2Э36 устройство и обслуживание. Рязань 2013 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://portalnp.ru/wp-content/uploads/2014/04/KUDRYVTSEV-GUMELEV-SV-2E36pdf>