



УКРАЇНА

(19) UA (11) 60907 (13) C2
(51) МПК
F41G 5/24 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИВІД ГОРИЗОНТАЛЬНОГО НАВЕДЕННЯ І СТАБІЛІЗАЦІЇ ТАНКОВОГО ОЗБРОЄННЯ

1

(21) 2003032793

(22) 31.03.2003

(24) 17.04.2006

(46) 17.04.2006, Бюл. № 4, 2006 р.

(72) Бондаренко Олександр Григорович, Єрдаков Євген Володимирович, Корсун Валентин Петрович, Кралін Володимир Всеволодович, Мотуз Георгій Іванович, Старков Юрій Володимирович

(73) НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ "КВАНТ"

(56) Техническое описание изделия 2Э42, БС1.370.008ТО. - г. Ковров.: ВНИИ "Сигнал", 1979.

(57) Привід горизонтального наведення і стабілізації танкового озброєння, що містить послідовно з'єднані блок приціл-віддалемір - прилад стеження, підсилювач, суматор,

2

електромашинний підсилювач потужності, виконавчий двигун, об'єкт керування, наприклад, башту танка, а також гіротахометр, змонтований на об'єкті керування разом з блоком приціл-віддалемір - прилад стеження, який відрізняється тим, що додатково введені другий підсилювач, а також послідовно з'єднані блок виділення модуля, пороговий компаратор, диференціатор і одновібратор, при цьому вхід блока виділення модуля з'єднаний з виходом блока приціл-віддалемір - прилад стеження, вихід одновібратора з'єднаний з керуючим входом другого підсилювача, вихід якого підключений до другого інвертувального входу суматора, а другий вхід другого підсилювача підключений до виходу гіротахометра.

Винахід належить до систем автоматичного керування і регулювання, в тому числі, до засобів стабілізації і наведення основного танкового озброєння.

Відомі приводи наведення і стабілізатори танкового озброєння 2Э28М(2Э28М-2) описані в друкованому джерелі технічної інформації - "Стабилизаторы танкового вооружения 2Э28М(2Э28М-2)", М.:Воениздат, 1979г., С.84-106. Істотними ознаками зазначених приводів є те, що в режимі стабілізації і стабілізованого наведення вони працюють з використанням гіроскопічних датчиків кута і кутової швидкості (гіротахометрів).

До недоліків цих стабілізаторів слід віднести:

- неможливість забезпечення повної відсутності їх перерегулювання;
- велика тривалість перехідного процесу;
- наявність певних обмежень щодо збільшення моменту інерції об'єкта керування, наприклад, башти танка, що накладає відповідні обмеження на встановлення додаткового озброєння або більш важкого озброєння, завдяки зазначеній великій тривалості перехідного процесу.

Перехідний процес, що виникає за умов відпрацювання зазначеним приводом-аналогом

в режимі наведення з перекидною швидкістю кута неузгодженості між віссю гіростабілізатора блока приціл - віддалемір -прилад стеження і реальним положенням об'єкта керування, наприклад, башти танка, або за умов цілевказування, характеризується значним часом, кількістю і величиною перебігів. Це пов'язано з тим, що у розглянутому танковому стабілізаторі тормозіння об'єкта керування (після завершення режиму наведення з перекидною швидкістю або за умов цілевказування, а також у режимах стабілізації і стабілізованого наведення) забезпечується лише за рахунок зворотного зв'язку за напругою гіроскопічного тахометра. Це зумовлює, як відзначалося вище, досить велику тривалість перехідного процесу і накладає певні обмеження на збільшення моменту інерції об'єкта керування, наприклад, башти танка. Отже зменшення часу перехідного процесу є нагальним і важливим технічним завданням.

Зазначені недоліки дещо поліпшується завдяки найбільш близькому до запропонованого винаходу за технічною суттю рішення - приводу горизонтального наведення і стабілізації танкового озброєння 2Э42 [див. "Техническое описание

(19) UA (11) 60907 (13) C2

изделия 2Э42" БС1.370.008ТО, ВНИИ "Сигнал", м. Ковров, 1979р., Додаток, аркуш 4]. Зазначений привід горизонтального наведення і стабілізації танкового озброєння 2Э42 прийнятий авторами за прототип. Структурну схему цього приводу - прототипу наведено на Фіг.1. Він являє собою замкнену систему і включає до свого складу послідовно з'єднані блок приціл - віддалемір - прилад стеження (БПВПС) 1, підсилювач 2, суматор 3, електромашинний підсилювач потужності (ЕМПП) 4, виконавчий двигун (ВД) 5, об'єкт керування 6, наприклад, башту танка, гіротахометр 7, вихід якого підключений до другого інвертуючого входу суматора 3.

БПВПС 1, встановлений на об'єкті керування 6, включає до свого складу пульт керування і гіроскопічний стабілізатор (на Фіг.1 не наведені). Пульт керування має ручні органи керування, завдяки яким у режимі наведення з перекидною швидкістю (за умов максимального відхилення зазначених ручних органів керування у відповідний бік) датчик кута, встановлений на валу гіроскопічного стабілізатора, формує сигнал, пропорційний максимальному куту неузгодженості між віссю гіростабілізатора і положенням об'єкта керування 6, наприклад, положенням башти танка. На осі зовнішньої рамки датчика кута змонтований ротор обертового трансформатора, статор якого жорстко зв'язаний з об'єктом керування, наприклад, баштою танка. Виходом БПВПС 1 є обмотка ротора обертового трансформатора, яка підключена до входу підсилювача 2, вихід якого з'єднаний із входом суматора 3. Вихід гіротахометра 7 підключений до другого інвертуючого входу зазначеного суматора 3, у якому вихідний сигнал підсилювача 2 алгебраїчно сумується із вихідним сигналом гіротахометра 7. Вихід суматора 3 з'єднаний із входом ЕМПП 4, вихід якого зв'язаний із входом виконавчого двигуна 5, який механічно з'єднаний з об'єктом керування 6, наприклад, баштою танка, завдяки чому зазначений сигнал керування викликає обертовий рух об'єкта керування, наприклад, башти танка, з максимальною швидкістю.

Пульт приводу-прототипу має органи керування, за умов встановлення яких у нейтральне положення гіростабілізатор зупиняється практично миттєво у відповідному положенні, а привід горизонтального наведення і стабілізації танкового озброєння відпрацьовує кут неузгодженості між віссю гіростабілізатора і реальним положенням об'єкта керування, наприклад, башти танка.

Слід зазначити, що технічне рішення-прототип має і ознаки, які відсутні у запропонованому винаході: зв'язок між виходом гіротахометра 7 і другим інвертуючим входом суматора 3 безпосередній, прямий, а до виходу БПВПС 1 підключений безпосередньо тільки один блок, а саме - підсилювач 2.

Привід-прототип не звільнений від недоліків розглянутих приводів-аналогів, до яких можна віднести:

- неможливість забезпечення повної відсутності перерегулювання;

- досить великий час перехідного процесу;
- наявність певних обмежень щодо збільшення моменту інерції об'єкта керування, наприклад, башти танка.

В основу винаходу поставлено завдання створення такого приводу горизонтального наведення і стабілізації танкового озброєння, який забезпечував би зменшення часу перехідного процесу при відпрацьовуванні кута неузгодженості, що виникає після режиму наведення з перекидною швидкістю і при цілевказуванні, завдяки чому забезпечив би підвищену бойову готовність танкового озброєння.

Завдання вирішується за рахунок того, що в привід горизонтального наведення і стабілізації танкового озброєння, до складу якого входять послідовно з'єднані блок приціл - віддалемір - прилад стеження, підсилювач, суматор, електромашинний підсилювач потужності, виконавчий двигун, об'єкт керування, наприклад, башта танка, а також гіротахометр, змонтований на об'єкті керування разом з блоком приціл - віддалемір -прилад стеження, введені другий підсилювач, а також послідовно з'єднані блок виділення модуля, пороговий компаратор, диференціатор і одновібратор, при цьому вхід блока виділення модуля з'єднаний з виходом блока приціл - віддалемір - прилад стеження, вихід одновібратора з'єднаний з керуючим входом другого підсилювача, вихід якого підключений до другого - інвертуючого входу суматора, а другий вхід другого підсилювача підключений до виходу гіротахометра.

Введення другого (керованого) підсилювача в коло негативного зворотного зв'язку за швидкістю зміни кута відпрацювання об'єкта керування, наприклад, башти танка, за умов надходження керуючого сигналу дозволяє збільшити глибину введення зазначеного зворотного зв'язку.

Оскільки рівень сигналу з виходу гіротахометра за умов наявності керуючого сигналу обирається значно більшим у порівнянні з рівнем підсиленого сигналу помилки приводу горизонтального наведення і стабілізації танкового озброєння і сумується з ним у суматорі з протилежним знаком, то і сигнал на виході суматора та електромашинного підсилювача також змінює знак. За рахунок створення таким чином режиму противключення, а також завдяки глибокому зворотному зв'язку (за умов наявності керуючого сигналу на керуючому вході підсилювача) починається різке тормозіння приводу.

Введення блока виділення модуля дозволяє сформувати модуль сигналу помилки привода горизонтального наведення і стабілізації танкового озброєння.

Введення порогового компаратора дозволяє:

- порівнювати величину сигналу, пропорційного модулю похибки привода горизонтального наведення і стабілізації танкового озброєння, з етлонним сигналом;
- за умов перевищення зазначеним сигналом, величини етлонного сигналу - сформувати

сигнал, наприклад, у вигляді прямокутного імпульсу додатної полярності.

Введення диференціатора дозволяє сформувати сигнали запуску одновібратора, наприклад, позитивний і негативний імпульси (відповідно до фронтів прямокутного імпульсу) за умов надходження на його вхід відповідного сигналу з виходу порогового компаратора.

Введення одновібратора дозволяє сформувати сигнал керування підсилювачем у колі зворотного зв'язку за швидкістю для зміни глибини жорсткого зворотного зв'язку. За умов надходження з виходу диференціатора негативного імпульсу одновібратор формує імпульс керування другим підсилювачем (введеним до складу кола жорсткого негативного зворотного зв'язку), наприклад, прямокутний імпульс позитивної полярності, довжина якого залежить від параметрів системи.

Співставлювальний аналіз запропонованого технічного рішення з пристроєм - прототипом виявив, що пристрій, який заявляється, відрізняється наявністю нових блоків, а саме: другого підсилювача, блока виділення модуля, порогового компаратора, диференціатора, одновібратора, а також відмінністю зв'язків як відомих складових частин схеми між собою, так і їх зв'язками із введеними новими блоками. До теперішнього часу авторам і заявнику не були відомі приводи горизонтального наведення танкового озброєння, які б характеризувалися складом і зв'язками, притаманними пристрою, який заявляється. Тому запропоноване технічне рішення відповідає критерію "новизна".

Порівняння запропонованого технічного рішення з відомими технічними рішеннями щодо приводів горизонтального наведення і стабілізації танкового озброєння виявило, що окремо взяті складові частини пристрою, який заявляється, а саме: другий підсилювач, блок виділення модуля, пороговий компаратор, диференціатор, одновібратор, які самі собою відомі і широко застосовуються в техніці, за умов їх застосування у зазначеному зв'язку із іншими складовими блоками пристрою дозволяють створити додатковий сигнал тормозіння швидкісного зворотного зв'язку, що забезпечує розв'язання поставленого завдання. Це дозволяє зробити висновок про відповідність представленого технічного рішення критерію "винахідницький рівень".

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де: на Фіг.1 наведено блок-схему пристрою - прототипу;

на Фіг.2 наведено один з варіантів структурної схеми запропонованого пристрою;

на Фіг.3 наведено один з варіантів конкретної реалізації запропонованого пристрою;

на Фіг.4 наведено часові діаграми, що пояснюють роботу запропонованого пристрою.

Пристрій, який заявляється, наведений на Фіг.2, включає: блок приціл-віддалемір-прилад стеження (БПВПС) 1, підсилювач 2, суматор 3, електромашинний підсилювач потужності (ЕМПП) 4, виконавчий двигун 5, об'єкт керування (ОК) 6,

наприклад, башту танка, гіротахометр 7, а також введений другий підсилювач 8, блок виділення модуля (БВМ) 9, пороговий компаратор 10, диференціатор 11 і одновібратор 12. БПВПС 1 і гіротахометр 7 встановлені на об'єкті керування 6, наприклад, на башті танка. Вихід БПВПС 1 через послідовно з'єднані підсилювач 2, суматор 3, ЕМПП 4 і виконавчий двигун 5 з'єднаний із входом ОК 6, наприклад, з баштою танка, і водночас через послідовно з'єднані блок БВМ 9, пороговий компаратор 10, диференціатор 11 і одновібратор 12 підключений до керуючого входу другого підсилювача 8, вхід якого з'єднаний з виходом гіротахометра 7. Вихід другого підсилювача 8 підключений до другого - інвертуючого входу суматора 3.

До складу БПВПС 1 входять пульт керування і гіроскопічний стабілізатор, на валу якого встановлено датчик кута (на Фіг.2 не наведено). На осі зовнішньої рамки датчика кута змонтований ротор обертового трансформатора, статор якого жорстко зв'язаний з об'єктом керування, наприклад, баштою танка. Вихід БПВПС 1 підключений до обмотки ротора обертового трансформатора.

Введені нові блоки, а саме: другий підсилювач 8, пороговий компаратор 10, одновібратор 12 (див. Фіг.3) можуть виконуватись на основі операційних підсилювачів 13, 14, 15. Одновібратор 12 включає також транзистор Т16 і реле Р17.

Другий підсилювач 8 включає 4 резистори R18, R19, R20 і R21. Вихід гіротахометра 7 через резистор R18 підключений до інвертуючого входу операційного підсилювача 13, неінвертуючий вхід якого через резистор R19 з'єднаний з корпусом, а вихід через послідовно з'єднані резистори R21 і R20 підключений до власного інвертувального входу. При цьому резистор R20 шунтований нормально замкненими контактами К22 і К23 реле Р17 одновібратора 12. За умов наявності керуючого сигналу нормально замкнені контакти (К22 і К23) реле Р17 розмикаються, що призводить до збільшення коефіцієнта підсилення підсилювача 8. Вихід операційного підсилювача 13 з'єднаний з другим - інвертувальним входом введеного суматора 3.

БВМ 9 включає до свого складу діод D24, резистор R25 і конденсатор С26. Катод напівпровідникового діода D24 підключений до входу БВМ 9. Анод напівпровідникового діода D24 через резистор R25 підключений до виходу БВМ 9, який водночас через конденсатор С26 з'єднаний з корпусом і входом порогового компаратора 10. Зазначена схема реалізує однонапівперіодне випрямлення сигналу неузгодженості, який надходить з БПВПС 1.

Пороговий компаратор 10, крім операційного підсилювача 14, включає три резистори R27, R28, R97. Вихід БВМ 9 через резистор R27 з'єднаний з інвертувальним входом операційного підсилювача 14, неінвертувальний вхід якого через резистор R28 з'єднаний з корпусом. Водночас неінвертувальний вхід операційного підсилювача 14 через резистор R29 з'єднаний з негативним електродом джерела живлення. Вихід порогового

компаратора 10 зв'язаний прямим зв'язком з виходом операційного підсилювача 14.

Диференціатор 11 у даному конкретному варіанті схеми виконаний з використанням конденсатору C30 і резистора R31. Вхід диференціатора 11 через конденсатор C30 з'єднаний із своїм виходом і водночас через резистор R31 з'єднаний з корпусом.

Одновібратор 12 може бути реалізовано на основі операційного підсилювача 15 і транзистора T16, навантаженням анодного кола якого є обмотка реле P17. Крім цього, схема одновібратора 12 включає три резистори R32, R33, R34, конденсатор C35 і діод D36. Входом одновібратора 12 є інвертуючий вхід операційного підсилювача 15, вихід якого через послідовно з'єднані конденсатор C35 і резистор R33 підключений до власного неінвертувального входу, який водночас через резистор R32 зв'язаний з неінвертувальним входом операційного підсилювача 14, що входить до складу порогового компаратора 10. Водночас вихід операційного підсилювача 15 через резистор R34 з'єднаний з базою транзистора T16, емітер якого з'єднаний з корпусом, а колектор - через обмотку реле P17 з'єднаний з позитивним полюсом джерела живлення. База транзистора T16 одночасно підключена до катоду напівпровідникового діода D36, анод якого з'єднаний з корпусом.

Часові діаграми, які ілюструють роботу пристрою, що заявляється, наведені на Фіг.4 і включають:

U_{Σ} - напруга, пропорційна куту неузгодженості, на виході БПВПС 1 привода горизонтального наведення - прототипу (див. Фіг.4а, крива 1) і привода горизонтального наведення і стабілізації танкового озброєння, що заявляється (Фіг.4а, крива 2);

U_m - напруга на виході БВМ 9 приводу, що заявляється (Фіг.4б);

$U_{пор}$ - значення еталонної напруги, встановленої у пороговому компараторі 10 (Фіг.4в);

U_k - напруга на виході порогового компаратора 10 (Фіг.4в);

$U_{диф}$ - напруга на виході диференціатора 11 (Фіг.4г);

U_o - напруга на виході одновібратора 12 (Фіг.4д).

Робота привода горизонтального наведення і стабілізації танкового озброєння за умов наведення з перебісовою швидкістю зводиться до наступного.

За умов максимального відхилення (максимального кута повороту) рукояток пульта керування, що входить до складу БПВПС 1 (на Фіг.2, 3 не наведено), у відповідний бік гіроскопічний стабілізатор (на Фіг.2, 3 не наведено) максимально відхиляє зовнішню рамку датчика кута (на Фіг.2, 3 не наведено). Закріплений на осі зовнішньої рамки датчика кута ротор обертового трансформатора повертається відносно статора, який жорстко зв'язаний з об'єктом керування, наприклад, баштою танка. При цьому має місце

максимальний кут неузгодженості між віссю гіростабілізатора і положенням об'єкта керування, наприклад, баштою танка, що відповідає моменту часу t_1 (див. Фіг.4). За цих умов формується сигнал максимального кута неузгодженості між віссю гіростабілізатора і положенням об'єкта керування, наприклад, баштою танка, який надходить на вхід підсилювача 2. Як видно з наведеного на Фіг.4, амплітуда виміряного сигналу U_{Σ} з виходу БПВПС 1 має обмеження. Вихідний сигнал підсилювача 2 алгебраїчно складається з електричним сигналом з виходу гіротахометра 7, пропорційним швидкості обертання виконавчого двигуна 5. За умов максимального кута неузгодженості між віссю гіростабілізатора і положенням об'єкта керування (наприклад, башти танка) сигнал на виході підсилювача 2 за модулем перевищує сигнал негативного зворотного зв'язку за швидкістю, який формується гіротахметром 7. Результуючий сигнал керування на виході суматора 3 призводить до насичення ЕМПП 4, вихідна напруга якого надходить на клеми виконавчого двигуна 5. Останній розвертає об'єкт керування (наприклад, башту танка) відносно корпусу з максимальною перекидною швидкістю у бік, що відповідає напрямку відхилення (повороту) рукояток пульта керування.

Одночасно сигнал помилки приводу, значення якого зростає за умов максимального відхилення (повороту) рукояток пульта керування, з виходу БПВПС 1 подається на вхід БВМ 9, вихідний сигнал якого U_m порівнюється у пороговому компараторі 10 з еталонною напругою $U_{пор}$. В момент часу t_1 , коли напруга U_m перевищує еталонну напругу $U_{пор}$, вихідний сигнал компаратора U_k переключається з негативного рівня ($-U_k$) на позитивний рівень ($+U_k$). При цьому сформований на виході диференціатора 11 додатний імпульс $U_{диф}$ на стан одновібратора 12 не впливає.

За умов встановлення рукояток пульта керування БПВПС 1 у нейтральне положення гіростабілізатор зупиняється практично миттєво у заданому положенні, привід горизонтального наведення і стабілізації танкового озброєння починає відпрацьовувати кут неузгодженості між віссю гіростабілізатора і положенням об'єкта керування (наприклад, башти танка). При цьому напруга U_m з моменту часу t_2 починає зменшуватись (див. Фіг.4б). В момент часу, коли напруга U_m стає менше еталонної (порогової) напруги $U_{пор}$, компаратор 10 перемикається у вихідне положення з позитивного рівня ($+U_k$) на негативний рівень ($-U_k$) (див. Фіг.4в). За цих умов на виході диференціатора 11 виникає негативний імпульс $U_{диф}$ (див. Фіг.4г), у відповідності до якого в момент часу t_3 одновібратором 12 формується керуючий імпульс U_o заданої тривалості (див. Фіг.4д)

$$T_3 = t_3 - t_2$$

Керуючий імпульс U_o з виходу одновібратора 12 надходить на керуючий вхід другого підсилювача 8, коефіцієнт підсилення якого збільшується під час дії керуючого імпульсу. Підсилена напруга зворотного зв'язку за

швидкістю з виходу другого підсилювача 8 надходить на другий - інвертувальний вхід суматора 3 і тим самим забезпечує різке тормозіння приводу (див. Фіг.4а, крива 2).

Довжину (тривалість) керуючого імпульсу $T_3=t_3-t_2$, а також значення збільшеного коефіцієнта підсилення введенного другого підсилювача 8 обирають, виходячи з того, щоб забезпечити:

- можливість зменшення швидкості приводу до мінімальної величини за умов зниження напруги неузгодження до нульового значення;

- мінімальну тривалість (мінімальний час) перехідного процесу.

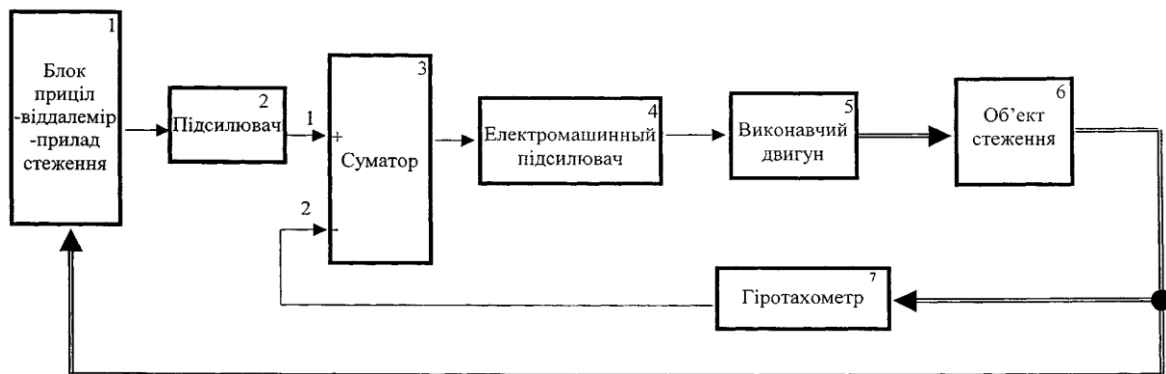
Як видно з наведеного на Фіг.4а, після закінчення дії керуючого імпульсу U_0 з моменту часу t_3 привод узгоджує положення об'єкта керування, наприклад, башти танка, по відношенню до осі гіростабілізатора відповідно до вихідної структури, швидкість об'єкта керування і напруга U_{Σ} зменшуються до нуля.

Коли запропонований привід горизонтального наведення і стабілізації танкового озброєння працює, наприклад, у режимі стабілізації і стабілізованого наведення, і величина напруги неузгодження на виході БВМ 9 не досягає рівня порогової (еталонної) напруги порогового компаратора 10, з виходу останнього не надходить відповідний сигнал на диференціатор 11, відповідно до цього не формується сигнал на

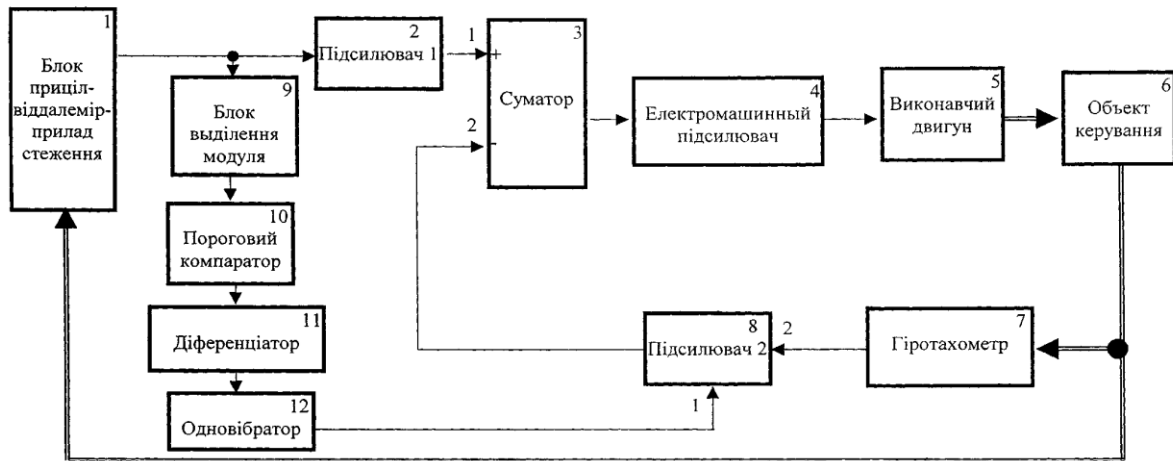
виході зазначеного диференціатора. За умов відсутності такого сигналу на виході диференціатора 11 вході одновібратора 12 останній не формує сигнал керування підсилювачем у колі негативного зворотного зв'язку за швидкістю, будь-яких змін глибини жорсткого зворотного зв'язку не відбувається.

Таким чином, привід горизонтального наведення і стабілізації танкового озброєння за винаходом забезпечує зменшення часу перехідного процесу при відпрацьовуванні неузгодженості між віссю гіростабілізатора і положенням об'єкта керування, наприклад, башти танка, з перекидною швидкістю саме за рахунок введення нових блоків і зв'язків, а також відповідних змін відомих зв'язків між складовими частинами відомого приводу, завдяки чому забезпечується формування сигналу тормозіння за швидкістю у колі зворотного зв'язку. Запропонований винахід, за умов його використання, забезпечує зменшення тривалості (часу) перехідного процесу у 2,5 рази.

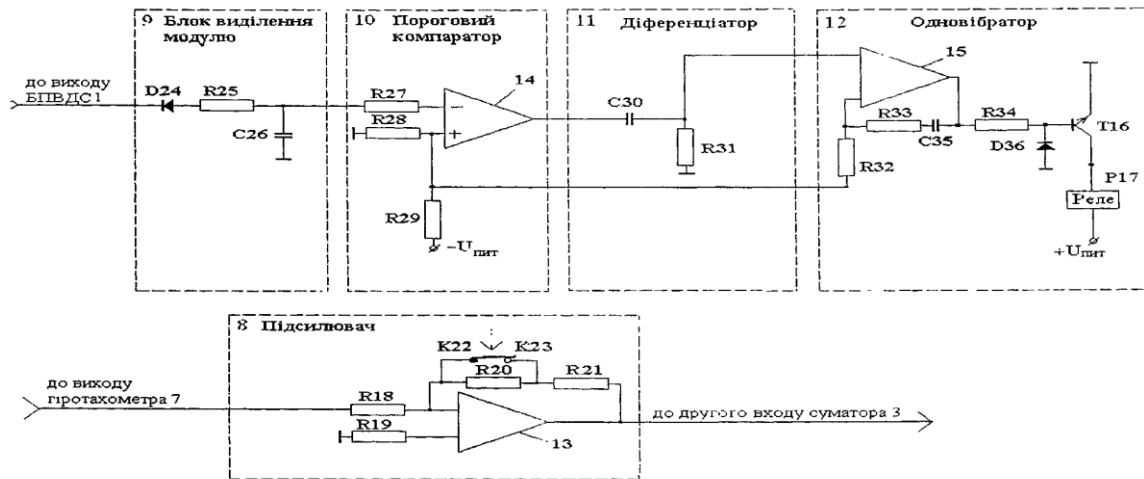
Усі блоки і вузли запропонованого привода горизонтального наведення і стабілізації танкового озброєння можуть бути виконані з використанням елементної бази серійного промислового виготовлення.



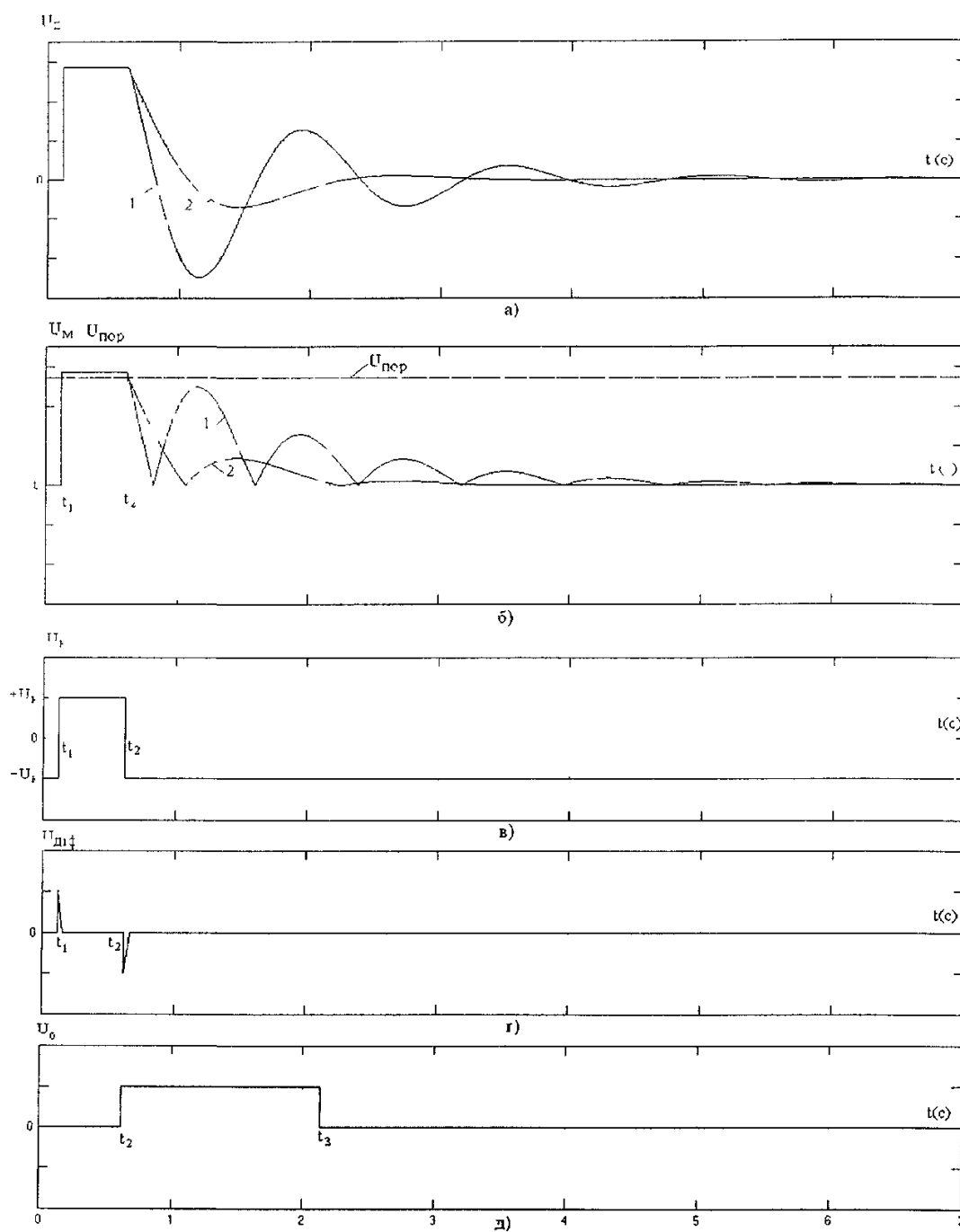
Фіг.1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фиг.4.