

Винахід стосується систем автоматичного контролю та реєстрації параметрів різних об'єктів, а саме систем автоматичного управління, контролю та реєстрації параметрів силової установки літальних апаратів.

Удосконалення та експлуатація авіаційних двигунів за технічним станом неможлива без широкого застосування систем управління, контролю та реєстрації параметрів до яких пред'являються наступні основні вимоги:

Система повинна мати функціональні можливості, достатні для вирішення наданого завдання, наприклад, завдання управління, наземного та бортового контролю, а також реєстрації параметрів, з накопичуванням інформації на протязі польоту літального апарату, забезпечення її самоконтролю та перевірки працездатності взаємодіючих систем та агрегатів як в наземному режимі при проведенні регламентних робіт на місцях базування, так і в бортовому автономному режимах при проведенні різноманітних робіт за межами місць базування.

Система повинна забезпечувати достатню функціональну надійність експлуатації авіаційних двигунів, турбостартера та допоміжних систем.

Відомі системи :

"Система автоматичного контролю параметрів газотурбінного двигуна»(див. Авт. свід. колишнього СРСР № 786434, кл. F02C9/28, G06F15/46), яка має блок вчислювача, послідовно з'єднані блок нормалізації, комутатор, аналого-цифровий перетворювач, перший операційний (програмний) блок виходами з'єднаний з вчислювачем та комутатором, а його вхід з'єднаний з виходом вчислювача, другий операційний (програмний), блок виходами з'єднаний з вчислювачем та перетворювачем інтервал (частота) - код, а його вхід з'єднаний з виходом вчислювача та блок формувачів.

"Система контролю та реєстрації параметрів силової установки літального апарата»(див. деклараційний патент України на винахід № 31643 А, кл. F02C9/28, G06F15/16), яка має перший блок нормалізаторів з'єднаний з блоком контролю датчиків, перший комутатор з'єднаний з першим аналого-цифровим перетворювачем, перший операційний блок з'єднаний з блоком вчислювача, крім того перший блок реєстрації параметрів входами-виходами з'єднаний з першим операційним блоком, перший блок формувачів по входу з'єднаний з першим блоком контролю датчиків, другий блок нормалізаторів з'єднаний з другим блоком контролю датчиків, другий комутатор з'єднаний з другим аналого-цифровим перетворювачем, другий операційний блок з'єднаний з блоком вчислювача, крім того другий блок реєстрації параметрів входами-виходами з'єднаний з другим операційним блоком, другий блок формувачів по входу з'єднаний з другим блоком контролю датчиків.

Вище зазначені системи мають обмежені функціональні можливості та недостатню функціональну надійність .

Найближче за технічною сутністю та досяжному ефекту по відношенню до заявляемого технічного рішення є відома Система контролю та реєстрації параметрів силової установки літального апарата»(див. деклараційний патент України на винахід № 48884 А, кл. F 02C 9 / 28, G 06 F 15/16), яка має перший блок нормалізаторів з'єднаний з першим блоком контролю датчиків, перший блок перетворення та обробки (перші блок еталонів, комутатор еталонів, комутатор, аналого-цифровий перетворювач, операційний блок, блок контролю, комутатор частоти, блок еталонної частоти) по входу з'єднаний з першим блоком автоматичного управління, першим блоком формувачів, першим блоком контролю датчиків, першим блоком нормалізаторів, а по виходу з'єднаний з першим блоком контролю датчиків, першим блоком автоматичного управління та першим операційним блоком (третій операційний блок), який через перший блок управління видачею команд з'єднаний з першим блоком автоматичного управління, вихід якого з'єднаний з другим входом першого блока управління видачею команд, крім того останній вихід першого блока автоматичного управління з'єднаний з першим блоком контролю команд управління, а також є першим виходом системи, перший операційний блок (третій операційний блок) входами-виходами з'єднаний з першим блоком реєстрації параметрів, першим блоком контролю команд управління та блоком оперативного контролю, перший вхід системи з'єднаний з першим блоком формувачів та першим блоком контролю датчиків, а другий вхід системи з'єднаний з першим блоком нормалізаторів, другий блок перетворення та обробки (другі блок еталонів, комутатор еталонів, комутатор, аналого-цифровий перетворювач, операційний блок, блок контролю, комутатор частоти, блок еталонної частоти) по входу з'єднаний з другим блоком автоматичного управління, другим блоком формувачів, другим блоком контролю датчиків, другим блоком нормалізаторів, а по виходу з'єднаний з другим блоком контролю датчиків, другим блоком автоматичного управління та другим операційним блоком (четвертий операційний блок), який через другий блок управління видачею команд з'єднаний з другим блоком автоматичного управління, вихід якого з'єднаний з другим входом другого блока управління видачею команд, крім того останній вихід другого блока автоматичного управління з'єднаний з другим блоком контролю команд управління, а також є другим виходом системи, другий операційний блок (четвертий операційний блок) входами-виходами з'єднаний з другим блоком реєстрації параметрів, другим блоком контролю команд управління та блоком оперативного контролю, третій вхід системи з'єднаний з другим блоком формувачів та другим блоком контролю датчиків, а четвертий вхід системи з'єднаний з другим блоком нормалізаторів. Дана система має наступні недоліки :

Вказана система забезпечуючи видачу команд управління на виконавчі елементи (агрегати) газотурбінних двигунів силової установки та запис їх параметрів у блоці реєстрації, характеризуючих їх фізичний стан, не забезпечує контроль параметрів турбостартера та видачу сигналів попередження про вихід на аварійний режим роботи турбостартера, який забезпечує запуск (послідовний або паралельний) газотурбінних двигунів силової установки літального апарата, запис його параметрів у блоках реєстрації параметрів.

Відсутність попереджувальної сигналізації про вихід параметрів турбостартера за граничний рівень обмеження не забезпечитьчасне зупинення роботи турбостартера, що може призвести до негативних наслідків для газотурбінних двигунів силової установки літального апарата.

Сучасні турбостартери багатофункціональні які крім запуску газотурбінних двигунів силової установки літального апарата працюють в режимі енерговузла, тобто за допомогою турбостартера забезпечується

робота бортових генераторів перемінного та постійного струму (без запуску двигунів) з метою передачі струму на другі літальні апарати де відсутні джерела струму, які необхідні для запуску газотурбінних двигунів. Це забезпечує запуск газотурбінних двигунів силової установки інших літальних апаратів автономно, незалежно від місця базування і не потребує наземних джерел напруги.

У режимі запуску газотурбінних двигунів робота турбостартера короткочасна (до 20-30 секунд), нагружена як механічно так і температурно, що потребує детального контролю його роботи особливо при випробуваннях та налагодженнях, а також запису параметрів в блоках реєстрації.

Режим енерговузла (номінальний режим роботи турбостартера) має подовжений цикл роботи турбостартера чим запуск двигунів, що потребує також надійного контролю його параметрів.

Аналіз записаних на накопичувачах параметрів турбостартера забезпечить прогнозування його технічного стану, надійну його експлуатацію за технічним станом на різних режимах його роботи.

Крім того вказана система не забезпечує запис параметрів допоміжних агрегатів та систем, які забезпечують надійний запуск та надійну експлуатацію газотурбінного двигуна, таких як генераторів (змінного та постійного струму), паливних та масляних насосів, фільтрів очистки палива, тиску повітря на вході двигуна, температури повітря на вході двигуна, положення повітрязабірників двигуна, параметри змінного та постійного струму, що вказує на недостатні функціональні можливості системи та обмежену область застосування.

Цей винахід направлено на створення системи яка повинна забезпечити як контроль та реєстрацію параметрів силової установки літального апарату, так і допусковий контроль параметрів турбостартера та видачу з проведенням самоконтролю сигналів попередження про його вихід на аварійний режим роботи, безперервний запис параметрів турбостартера в блоках реєстрації, що, в свою чергу, забезпечить надійну експлуатацію силової установки в цілому за технічним станом.

Крім того винахід направлено на створення системи, яка повинна мати візуалізацію та безперервний запис параметрів допоміжних агрегатів та систем які забезпечують надійний запуск та надійну роботу газотурбінних двигунів силової установки літального апарату, що дасть можливість визначити фізичні значення параметрів та їх змінення в залежності від режимів їх роботи для забезпечення надійної експлуатації газотурбінних двигунів за технічним станом, що дозволить, в свою чергу, визначити який із агрегатів чи яка система по якому конкретно параметру вийшла на аварійний режим роботи.

У разі удосконалення системи розширюються її функціональні можливості, область застосування, підвищуються експлуатаційні характеристики силової установки літального апарату, коефіцієнт використання обладнання, зменшуються простоти авіаційної техніки та забезпечується експлуатація силової установки в цілому за технічним станом.

Метою передбаченого винаходу є підвищення експлуатаційних характеристик та коефіцієнта використання обладнання, розширення функціональних можливостей, області застосування системи та забезпечення надійної експлуатації силової установки за технічним станом шляхом забезпечення безперервного запису параметрів турбостартера та допоміжних агрегатів та систем силової установки літального апарату.

Поставлена мета досягається тим, що у відому систему, яка містить перший блок нормалізаторів з'єднаний з першим блоком контролю датчиків, перший блок перетворення та обробки по входу з'єднаний з першим блоком автоматичного управління, першим блоком формувачів, першим блоком контролю датчиків, першим блоком нормалізаторів, а по виходу з'єднаний з першим блоком контролю датчиків, першим блоком автоматичного управління та першим операційним блоком, який через перший блок управління видачею команд з'єднаний з першим блоком автоматичного управління, вихід якого з'єднаний з другим входом першого блока управління видачею команд, крім того останній вихід першого блока автоматичного управління з'єднаний з першим блоком контролю команд управління, а також є першим виходом системи, перший операційний блок входами-виходами з'єднаний з першим блоком реєстрації параметрів, першим блоком контролю команд управління та блоком бортового контролю, перший вхід системи з'єднаний з першим блоком формувачів та першим блоком контролю датчиків, а другий вхід системи з'єднаний з першим блоком нормалізаторів, другий блок перетворення та обробки по входу з'єднаний з другим блоком автоматичного управління, другим блоком формувачів, другим блоком контролю датчиків, другим блоком нормалізаторів, по виходу з'єднаний з другим блоком контролю датчиків, другим блоком автоматичного управління та другим операційним блоком, який через другий блок управління видачею команд з'єднаний з другим блоком автоматичного управління, вихід якого з'єднаний з другим входом другого блока управління видачею команд, крім того останній вихід другого блока автоматичного управління з'єднаний з другим блоком контролю команд управління, а також є другим виходом системи, другий операційний блок входами-виходами з'єднаний з другим блоком реєстрації параметрів, другим блоком контролю команд управління та блоком бортового контролю, третій вхід системи з'єднаний з другим блоком формувачів та другим блоком контролю датчиків, а четвертий вхід системи через другий блок нормалізаторів з'єднаний з другим блоком контролю датчиків, ДОДАТКОВО введені третій та четвертий блок нормалізаторів, перший та другий блок гальванічної розв'язки та нормалізаторів, третій та четвертий блок контролю датчиків та два формувача, третій блок контролю датчиків по виходу з'єднаний з першим блоком перетворення та обробки, а по входу з'єднаний з третім блоком нормалізаторів, першим блоком гальванічної розв'язки та нормалізаторів, першим блоком перетворення та обробки та п'ятим входом системи, який також з'єднаний з входом першого формувача, вихід якого з'єднаний з першим блоком перетворення та обробки, останні входи якого з'єднані з виходом третього блока нормалізаторів та першого блока гальванічної розв'язки та нормалізаторів, четвертий блок контролю датчиків по виходу з'єднаний з другим блоком перетворення та обробки, а по входу з'єднаний з четвертим блоком нормалізаторів, другим блоком гальванічної розв'язки та нормалізаторів, другим блоком перетворення та обробки та п'ятим входом системи, який також з'єднаний з входом другого формувача, вихід якого з'єднаний з другим блоком перетворення та обробки, останні входи якого з'єднані з виходом четвертого блока нормалізаторів та другого блока гальванічної розв'язки та нормалізаторів, входи третього та четвертого блока нормалізаторів з'єднані з шостим входом системи, а сьомий вхід системи з'єднаний з входами першого та другого блока гальванічної розв'язки та нормалізаторів, а додатковий вихід першого блока автоматичного

управління з'єднаний з блоком бортового контролю та першим блоком контролю команд управління, додатковий вихід другого блока автоматичного управління з'єднаний з блоком бортового контролю та другим блоком контролю команд управління.

Введення в систему додаткових ознак, а саме :

третього та четвертого блока нормалізаторів, першого та другого блока розв'язки та нормалізаторів, третього та четвертого блока контролю датчиків та двох формувачів дозволяє забезпечити:

контроль параметрів турбостартера з проведенням самоконтролю перед видачею сигналів попередження та видачу сигналів попередження про вихід на аварійний режим роботи турбостартера, який забезпечує запуск (послідовний або паралельний) газотурбінних двигунів силової установки літального апарата, запис параметрів турбостартера у блоках реєстрації;

попереджувальну сигналізацію про вихід параметрів турбостартера за граничний рівень, що дозволить зробити вчасне припинення роботи турбостартера, що в свою чергу допоможе уникнути негативних наслідків для газотурбінних двигунів силової установки літального апарата;

запис параметрів допоміжних агрегатів та систем, які забезпечують надійний запуск та надійну експлуатацію силової установки, таких як генераторів (змінного та постійного струму), паливних та масляних насосів, фільтрів очистки палива, тиску повітря на вході двигуна, температури повітря на вході двигуна, положення повітрязбірників двигуна, параметри змінного та постійного струму;

контроль функціонування каналів контролю параметрів турбостартера та допоміжних систем;

високу достовірність контролю та реєстрації параметрів турбостартера та допоміжних систем, які забезпечують надійний запуск та роботу силової установки;

Як видно з вищезазначеного, заявлене технічне рішення має суттєві ознаки, які дозволяють підвищити експлуатаційні характеристики та коефіцієнт використання обладнання, розширити функціональні можливості та область застосування системи та забезпечити в цілому надійну експлуатацію силової установки літального апарата за технічним станом.

Принцип роботи системи пояснюється кресленнями де : на фіг.1 показана структурна схема системи; на фіг.2 - діаграма роботи першого та другого блока перетворення та обробки.

Система містить перший блок 1 нормалізаторів, перший блок 2 формувачів, перший блок 3 контролю датчиків, перший операційний блок 4, блок 5 бортового контролю, перший блок 6 перетворення та обробки, перший блок 7 реєстрації параметрів, перший блок 8 автоматичного управління, другий блок 9 нормалізаторів, другий блок 10 формувачів, другий блок 11 контролю датчиків, другий операційний блок 12, другий блок 13 перетворення та обробки, другий блок 14 реєстрації параметрів, другий блок 15 автоматичного управління, перший блок 16 управління видачею команд, перший блок 17 контролю команд управління, другий блок 18 управління видачею команд, другий блок 19 контролю команд управління, третій блок 20 контролю датчиків, третій блок 21 нормалізаторів, перший формувач 22, четвертий блок 23 контролю датчиків, четвертий блок 24 нормалізаторів, другий формувач 25, перший блок 26 гальванічної розв'язки та нормалізаторів, другий блок 27 гальванічної розв'язки та нормалізаторів.

Блок 5 бортового контролю містить блок 28 формування та перетворювання кода, блок 29 набору команд та відображення повідомлень, обчислювач 30.

Блок 6(13) перетворення та обробки містить комутатор 31(39) еталонів, комутатор 32(40), аналога - цифровий перетворювач 33(41), операційний блок 34(42), блок 35(43) контролю, комутатор 36(44) частоти, блок 37(45) еталонної частоти, блок 38(46) еталонів.

Блок 8(15) автоматичного управління містить блок 47(49) автоматики та блок 48(50) видачі команд.

Блок 47(49) автоматики містить комутатор 51(56), послідовно-паралельний регістр 52(57), елемент 53(58) ТА, паралельний регістр 54(59), вихідний каскад 55(60).

Вхід 1 системи з'єднаний з першим блоком 2 формувачів та першим блоком 3 контролю датчиків, вхід 2 системи з'єднаний з першим блоком 1 нормалізаторів, вихід якого з'єднаний з першим блоком 3 контролю датчиків, перший блок 6 перетворення та обробки по входу з'єднаний з першим блоком 8 автоматичного управління, першим блоком 2 формувачів, першим формувачем 22, першим блоком 3 та третім блоком 20 контролю датчиків, першим блоком 1 та третім блоком 21 нормалізаторів, а також з першим блоком 26 гальванічної розв'язки та нормалізаторів, а по виходу перший блок 6 перетворення та обробки з'єднаний з першим блоком 3 та третім блоком 20 контролю датчиків, першим блоком 8 автоматичного управління та першим операційним блоком 4, який через перший блок 16 управління видачею команд з'єднаний з першим блоком 8 автоматичного управління, вихід якого з'єднаний з другим входом першого блока 16 управління видачею команд, крім того вихід першого блока 8 автоматичного управління з'єднаний з першим блоком 17 контролю команд управління, а також є першим виходом системи, а останній вихід першого блока 8 автоматичного управління з'єднаний з блоком 5 бортового контролю та першим блоком 17 контролю команд управління, перший операційний блок 4 входами-виходами з'єднаний з першим блоком 7 реєстрації параметрів, першим блоком 17 контролю команд управління та блоком 5 бортового контролю, вхід 3 системи з'єднаний з другим блоком 10 формувачів та другим блоком 11 контролю датчиків, вхід 4 системи з'єднаний з другим блоком 9 нормалізаторів, вихід якого з'єднаний з другим блоком 11 контролю датчиків, другий блок 13 перетворення та обробки по входу з'єднаний з другим блоком 15 автоматичного управління, другим блоком 10 формувачів, другим формувачем 25, другим блоком 11 та четвертим блоком 23 контролю датчиків, другим блоком 9 та четвертим блоком 24 нормалізаторів, а також з другим блоком 27 гальванічної розв'язки та нормалізаторів, а по виходу другий блок 13 перетворення та обробки з'єднаний з другим блоком 11 та четвертим блоком 23 контролю датчиків, другим блоком 15 автоматичного управління та другим операційним блоком 12, який через другий блок 18 управління видачею команд з'єднаний з другим блоком 15 автоматичного управління, вихід якого з'єднаний з другим входом другого блока 18 управління видачею команд, крім того вихід другого блока 15 автоматичного управління з'єднаний з другим блоком 19 контролю команд управління, а також є другим виходом системи, а останній вихід другого блока 15 автоматичного управління з'єднаний з блоком 5 бортового контролю та другим блоком 19 контролю команд управління,

другий операційний блок 12 входами-виходами з'єднаний з другим блоком 14 реєстрації параметрів, другим блоком 19 контролю команд управління та блоком 5 бортового контролю, вхід 5 системи з'єднаний з входами формувачів 22 та 25, вхід 6 системи з'єднаний з входами блоків 21 та 24 нормалізаторів, вхід 7 системи з'єднаний з входами блоків 26 та 27 гальванічної розв'язки та нормалізаторів.

Операційні блоки 4 та 12 можуть бути реалізовані на стандартних багатофункціональних процесорах які можуть використовувати як внутрішню так і зовнішню пам'ять (на кресленні не показано).

Операційні блоки 34 та 42 блоків 6 та 13 перетворення та обробки відповідно можуть бути реалізовані також на стандартних багатофункціональних процесорах які можуть використовувати як внутрішню так і зовнішню пам'ять (на кресленні не показано), які також мають окрім обчислювальних функцій, функцію вимірювання часових інтервалів, а також функцію прийому та видачу кодових та одиночних сигналів.

Блоки 35 та 43 контролю блоків 6 та 13 перетворення та обробки відповідно та обчислювач 30 блока 5 можуть бути реалізовані на базі стандартних процесорів.

Блоки 7 та 14 реєстрації параметрів можуть бути виповнені на стандартних мікросхемах флеш - пам'яті.

Блоки 3, 11, 20 та 23 контролю датчиків можуть бути виповнені використовуючи як технічне рішення за авт. свід. колишнього СРСР № 1339459 кл. G01R31/02 (для контролю частотних датчиків), так і компаратори в інтегральному виконанні (для контролю аналогових датчиків).

Блок 28 формування і перетворення кода блока 5 може бути виповнений на базі стандартного процесора.

Блок 29 набору команд та відображення повідомлень блока 5 може бути виповнений на базі, наприклад, цифрових матричних індикаторів та кнопок бортового виконання.

Блоки 26 та 27 гальванічної розв'язки та нормалізаторів можуть бути виповнені на базі стандартних елементів гальванічної розв'язки (трансформаторної, оптронної чи конденсаторної), перетворювачів змінної напруги в постійну та підсилювачів постійної напруги. Блоки 26 та 27 забезпечують гальванічну розв'язку бортової мережі датчиків допоміжних систем та напруги живлення нормалізаторів блока 26 та 27 для забезпечення перешкодостійкості та підвищення стабільності та точності нормалізаторів блока 26 та 27.

При вмиканні напруги живлення блоки 8,15,16,17,18 та 19 встановлюються у початковий стан, забезпечуючи відсутність на їх виходах інформаційних сигналів, наприклад, у вигляді логічної „1”, операційні блоки 4,12, блоки 6 та 13 перетворення та обробки, встановлюються в початковий стан, а також операційні блоки 34 та 42 блоків 6 та 13 встановлюються в початковий стан і з інтервалом часу, який перебільшує перехідні процеси в системі, видають сигнали на блоки 35 та 43 контролю блоків 6 та 13 відповідно, забезпечуючи проведення незалежного контролю функціонування кожного каналу системи, а також перевірку блоків 3, 11, 20 та 23, які контролюють ланцюги датчиків.

Розглянемо роботу системи у режимі проведення самоконтролю на прикладі вимірюючого каналу блока 6 перетворення та обробки (в дужках будуть зазначені відповідні блоки вимірюючого каналу блока 13 перетворення та обробки).

З виходу 34-1(42-1) операційного блока 34(42) блока 6(13) надходить сигнал до входу блока 35(43) контролю, під дією якого він починає функціонувати по наступному алгоритму.

З виходу 35-1(43-1) блока 35(43) контролю до операційного блока 34(42) блока 6(13) надходить сигнал, наприклад, у вигляді логічного «0» (дивись фіг.2), який свідчить про початок функціонування блока 35(43) по видачі сигналів для проведення самоконтролю та забезпечує перехід роботи операційного блока 34(42) до режиму самоконтролю. Крім того з виходу 35-1(43-1) блока 35(43) контролю блока 6(13) до елемента 53(58) ТА блока 47(49) автоматики блока 8(15) автоматичного управління надходить сигнал, який запобігає проходженню сигналу з виходу 34-5(42-5) операційного блока 34(42) блока 6(13).

З виходу 35-2(43-2) блока 35(43) контролю до блока 37(45) еталонної частоти та блока 38(46) еталонів блока 6(13) надходить сигнал, наприклад, у вигляді логічної «1», який забезпечує на виході блока 37(45) максимальні еталонні частоти, а на виході блока 38(46) - максимальні еталонні напруги, які перевищують граничні значення контролюємих параметрів газотурбінного двигуна, турбостартера та допоміжних систем.

З виходу 35-3(43-3) блока 35(43) контролю блока 6(13) надходить сигнал, наприклад, у вигляді логічної «Г» до входу блоків 3(11) та 20(23) і незалежно від стану ланцюгів аналогових та частотних датчиків встановлює їх в режим, імітуючий порушення вхідних ланцюгів аналогових та частотних датчиків, при цьому на їх виходах отримуємо сигнали, наприклад, у вигляді логічної «1», які надходять до входів комутатора 31(39) еталонів, комутатора 36(44) частоти та операційного блока 34(42) блока 6(13) для забезпечення контролю функціонування системи.

З виходу 35-4(43-4) блока 35(43) контролю блока 6(13) надходить сигнал, наприклад, у вигляді логічної «1» до входу комутатора 51(56) блока 47(49) автоматики блока 8(15) автоматичного управління, який забезпечує проходження через нього тактової частоти з виходу 34-4(42-4) операційного блока 34(42) блока 6(13).

При надходженні сигналів, наприклад, у вигляді логічної «1» з виходу блоків 3(11) та 20(23) до входу комутатора 31(39) блока 6(13), останній відключає вхід комутатора 32(40) від виходів блока 1(9), 21(24) нормалізаторів, а також блока 26(27) гальванічної розв'язки та нормалізаторів та підключає виходи блока 38(46) еталонів до входу комутатора 32(40) блока 6(13). При цьому максимальні еталонні напруги через комутатор 31(39) надходять до комутатора 32(40) блока 6(13) і в результаті на його виході встановлюються максимальні контрольні значення постійної напруги. З виходу 34-2(42-2) блока 34(42) до входу комутатора 32(40) надходять сигнали, наприклад, у вигляді двійкового коду паралельного або послідовного, які забезпечують по чергове підключення максимальних контрольних значень напруги з виходу комутатора 31(39) через комутатор 32(40) до аналого-цифрового перетворювача 33(41) блока 6(13), у якому максимальна контрольна напруга перетворюється у двійковий контрольний код. Після кожного підключення максимальної контрольної напруги, а відповідно і після кожного її перетворення перетворювачем 33(41) з інтервалом часу перебільшуючим перехідні процеси у комутаторі 32(40) та аналого-цифровому перетворювачі 33(41) операційний блок 34(42) блока 6(13) записує до своєї пам'яті максимальні значення контрольного коду.

Після перетворення максимальних контрольних напруг з виходу комутатора 31(39) та запису

максимальних контрольних кодів до пам'яті операційного блока 34(42) знімається сигнал з виходу 34-2(42-2) блока 34(42) і забезпечується запис блоком 34(42) блока 6(13) у своїй пам'яті сигналів імітації порушення вхідних ланцюгів аналогових датчиків, наприклад, у вигляді логічної»1", з виходу блоків 3(11) та 20(23) контролю датчиків.

З виходу блоків 3(11) та 20(23), як було вище зазначено, до входу комутатора 36(44) частоти блока 6(13) надходить сигнал логічної»1", який відключає входи операційного блока 34(42) блока 6(13) від виходу блока 2(10) формувачів та формувача 22(25) і підключає вихід блока 37(45) еталонної частоти до входу операційного блока 34(42) блока 6(13). При цьому максимальні еталонні частоти з виходу блока 37(45) надходять до входу операційного блока 34(42) блока 6(13). Кількість частотних входів операційного блока 34(42) відповідає кількості контролюємих частотних параметрів газотурбінного двигуна та турбостартера. Операційний блок 34(42) блока 6(13) послідовно або паралельно, при наявності у його процесорі багатоканальних перетворювачів частота (інтервал) - код, забезпечує перетворення максимальних еталонних частот, надходячих з виходу блока 37(45) через комутатор 36(44) блока 6(13) у контрольний двійковий код.

Після кожного підключення контрольної частоти, при послідовному перетворенні, а відповідно і після кожного її перетворення операційний блок 34(42) блока 6(13) записує до своєї пам'яті значення контрольного коду. Після перетворення операційним блоком 34(42) еталонних частот та запису контрольних кодів до своєї пам'яті, забезпечує запис блоком 34(42) блока 6(13) до своєї пам'яті сигналів імітації порушення вхідних ланцюгів частотних датчиків, наприклад, у вигляді логічної»1", з виходу блоків 3(11) та 20(23) контролю датчиків.

Потім операційний блок 34(42) блока 6(13) починає аналізувати раніш записану до пам'яті максимальну контрольну інформацію, яка перевищує межові значення параметрів газотурбінного двигуна та турбостартера, наприклад, по алгоритмам допускового контролю і по результату аналізу формує на своєму інформаційному виході 34-3(42-3) послідовний двійковий код, який повинен бути у вигляді логічної»1" і який під дією тактової частоти, поступаючої до регістру 52(57) блока 47(49) блока 8(15) автоматичного управління з виходу 34-4(42-4) операційного блока 34(42) блока 6(13) через комутатор 51(56) блока 47(49) блока 8(15) записується в послідовно-паралельний регістр 52(57) блока 47(49) автоматики де послідовний двійковий код перетворюється в паралельний. Потім з виходу 34-5(42-5) блока 34(42) блока 6(13) видається сигнал, який не проходить до регістру 54(59) через елемент 53(58) ТА блока 47(49) автоматики блока 8(15) у зв'язку з наявністю на його другому вході забороняючого сигналу з виходу 35-1(43-1), що запобігає перезапис паралельного двійкового кода з регістра 52(57) до регістру 54(59) блока 47(49), у зв'язку з чим вихідне становище регістра 54(59) та вихідного каскаду 55(60) блока 47(49) блока 8(15) не змінюється, тобто вихідні команди не видаються.

Після завершення подачі тактової частоти з виходу 34-4(42-4) блока 34(42) з його виходу 34-6(42-6) до входу блока 35(43) контролю блока 6(13) поступає сигнал тривалістю достатньою для забезпечення появи на виході 35-4(43-4) блока 35(43) блока 6(13) сигналу у вигляді логічного»0", який, в свою чергу, забезпечує проходження через комутатор 51(56) блока 47(49) автоматики блока 8(15) тактової частоти з виходу 35-5(43-5) блока 35(43) блока 6(13) до входу послідовно-паралельного регістра 52(57) блока 47(49). Під дією вхідної тактової частоти послідовний двійковий код з регістра 52(57) блока 47(49) автоматики блока 8(15) переписується до блоку 35(43) контролю блока 6(13). Після завершення видачі тактової частоти з виходу 35-5(43-5) на виході 35-4(43-4) блока 35(43) контролю блока 6(13) з'явиться сигнал у вигляді логічної»1", який надходить до входу комутатора 51(56) блока 47(49) автоматики, що забезпечує проходження через нього тактової частоти з виходу 34-4(42-4) блока 34(42) блока 6(13).

Переписаний двійковий код з регістра 52(57) блока 47(49) автоматики блока 8(15) аналізується блоком 35(43) контролю і якщо він відповідає максимальним значенням, тобто кожен розряд двійкового коду має значення у вигляді логічної»1", то на виході 35-6(43-6) блока 35(43) контролю блока 6(13) сигнал несправності у вигляді логічного»0" не з'явиться.

Якщо він не відповідає максимальним значенням, тобто він у вигляді логічного „0" або один чи декілька розрядів у вигляді логічного»0", то на виході 35-6(43-6) блока 35(43) контролю блока 6(13) з'явиться сигнал несправності у вигляді логічного „0", який поступає до вихідного каскаду 55(60) блока 47(49) автоматики блока 8(15) автоматичного управління і запобігає видачі команд до блоку 48(50) блока 8(15) автоматичного управління і далі на вихід 1(2) до виконавчих елементів газотурбінного двигуна та до блока 5 бортового контролю. Крім того сигнал несправності з виходу 35-6(43-6) блока 35(43) контролю блока 6(13) поступає до операційного блока 4(12) і далі реєструється в блоці 7(14) реєстрації параметрів. Наявність сигналу несправності потребує ремонту системи.

Після завершення аналізу максимального контрольного коду з виходу 35-2(43-2) блоку 35(43) контролю видається сигнал логічного „0" до блоку 37(45) еталонної частоти та блоку 38(46) еталонів, який забезпечує на виході блока 37(45) мінімальні еталонні частоти, а на виході блока 38(46) блока 6(13) - мінімальні еталонні напруги, які не перевищують межові значення параметрів газотурбінного двигуна, турбостартера та допоміжних систем.

На виході 35-3(43-3) блока 35(43) контролю блока 6(13) сигнал не змінюється і залишається у вигляді логічної „1" і відповідно не змінює режим роботи блоків 3(11) та 20(23) контролю датчиків, тобто на його виході отримуємо сигнали у вигляді логічної „1", які надходять до входів комутатора 31(39), комутатора 36(44) та операційного блока 34(42) блока 6(13).

З виходу 35-4(43-4) блока 35(43) контролю блока 6(13) надходить сигнал, наприклад, у вигляді логічної „1" «до входу комутатора 51(56) блока 47(49) автоматики блока 8(15) автоматичного управління, який забезпечує проходження через нього тактової частоти з виходу 34-4(42-4) операційного блока 34(42) блока 6(13).

Далі роботу системи в режимі самоконтролю при мінімальних еталонних напругах на виході блока 38(46) еталонів і мінімальних еталонних частотах на виході блока 37(45) блока 6(13) роздивимось у наступній послідовності по каналу блока 6(13) перетворення та обробки.

Присутність сигналів у вигляді логічної „1" з виходу блоків 3(11) та 20(23) контролю датчиків на вході

комутатора 31(39) забезпечує проходження мінімальних еталонних напруг через комутатор 31(39) до комутатора 32(40) блока 6(13) і в результаті на його виході встановлюються мінімальні контрольні значення постійної напруги. З виходу 34-2(42-2) блока 34(42) до входу комутатора 32(40) блока 6(13) надходять сигнали, наприклад, у вигляді двійкового коду паралельного або послідовного, які забезпечують по чергові підключення мінімальних контрольних значень напруги з виходу комутатора 31(39) через комутатор 32(40) до аналого-цифрового перетворювача 33(41), у якому мінімальна контрольна напруга перетворюється у мінімальний двійковий контрольний код. Після кожного підключення мінімальної контрольної напруги, а відповідно і після кожного її перетворення перетворювачем 33(41) з інтервалом часу перебільшуючим перехідні процеси у комутаторі 32(40) та аналого-цифровому перетворювачі 33(41) операційний блок 34(42) блока 6(13) записує до своєї пам'яті мінімальні значення контрольних кодів. Після перетворення мінімальних контрольних напруг з виходу комутатора 31(39) та запису мінімальних контрольних кодів до пам'яті операційного блока 34(42) блока 6(13) знімається сигнал з виходу 34-2(42-2) блока 34(42) і забезпечується запис блоком 34(42) блока 6(13) у своїй пам'яті сигналів імітації порушення вхідних ланцюгів аналогових датчиків, у вигляді логічної „1”, з виходу блоків 3(11) та 20(23) контролю датчиків.

З виходу блоків 3(11) та 20(23), як було вище зазначено, до входу комутатора 36(41) частоти блока 6(13) надходить сигнал логічної „1”, який відключає входи операційного блока 34(42) блока 6(13) від виходів блока 2(10) формувачів та формувача 22(25) підключає вихід блока 37(45) еталонної частоти до входу операційного блока 34(42). При цьому мінімальні еталонні частоти з виходу блока 37(45) надходять до входу операційного блока 34(42) блока 6(13). Операційний блок 34(42) забезпечує перетворення мінімальних еталонних частот, надходячих з виходу блока 37(45) через комутатор 36(41) блока 6(13) у контрольний двійковий код. Після кожного підключення контрольної частоти, при послідовному перетворенні, а відповідно і після кожного її перетворення операційний блок 34(42) блока 6(13) записує до своєї пам'яті значення мінімального контрольного коду. Після перетворення операційним блоком 34(42) мінімальних еталонних частот та запису контрольних кодів до своєї пам'яті, забезпечує запис блоком 34(42) блока 6(13) до своєї пам'яті сигналів імітації порушення вхідних ланцюгів частотних датчиків, у вигляді логічної „1”, з виходу блоків 3(11) та 20(23) контролю датчиків.

Потім операційний блок 34(42) блока 6(13) починає аналізувати раніш записану до пам'яті мінімальну контрольну інформацію по алгоритмам допускового контролю і по результату аналізу формує на своєму інформаційному виході 34-3(42-3) послідовний двійковий код, який повинен бути у вигляді логічного «0» «і який під дією тактової частоти, поступаючої до регістру 52(57) блока 47(49) блока 8(15) автоматичного управління з виходу 34-4(42-4) операційного блока 34(42) блока 6(13) через комутатор 51(56) блока 47(49) блока 8(15) записується у послідовно-паралельний регістр 52(57) блока 47(49) автоматики де послідовний двійковий код перетворюється в паралельний.

Потім з виходу 34-5(42-5) блока 34(42) видається сигнал, який не проходить до регістру 54(59) через елемент 53 (58) ТА блока 47(49) автоматики блока 8(15) у зв'язку з наявністю на його другому вході забороняючого сигналу з виходу 35-1(43-1) блока 35(43) контролю блока 6(13), що запобігає перезапис паралельного двійкового коду з регістра 52(57) до регістру 54(59) блока 47(49), у зв'язку з чим вихідне становище регістра 54(59) та вихідного каскаду 55(60) блока 47(49) не змінюється, тобто вихідні команди не видаються.

Після завершення подачі тактової частоти з виходу 34-4(42-4) операційного блока 34(42) з його виходу 34-6(42-6) до входу блока 35(43) контролю блока 6(13) поступає сигнал тривалістю достатньою для забезпечення появи на виході 35-4(43-4) блока 35(43) блока 6(13) сигналу у вигляді логічного «0», який, в свою чергу, забезпечує проходження через комутатор 51(56) блока 47(49) автоматики блока 8(15) тактової частоти з виходу 35-5(43-5) блока 35(43) блока 6(13) до входу послідовно-паралельного регістру 52(57) блока 47(49). Під дією вхідної тактової частоти послідовний двійковий код з регістру 52(57) блока 47(49) автоматики блока 8(15) переписується до блоку 35(43) контролю блока 6(13). Після завершення видачі тактової частоти з виходу 35-5(43-5) на виході 35-4(43-4) блока 35(43) контролю блока 6(13) з'явиться сигнал у вигляді логічної «1», який надходить до входу комутатора 51(56) блока 47(49) автоматики, що забезпечує проходження через нього тактової частоти з виходу 34-4(42-4) блока 34(42) блока 6(13).

Переписаний двійковий код з регістру 52(57) блока 47(49) автоматики блока 8(15) аналізується блоком 35(43) контролю блока 6(13) і якщо він відповідає мінімальним значенням, тобто кожен розряд двійкового коду має значення у вигляді логічного „0”, то на виході 35-6(43-6) блока 35(43) контролю блока 6(13) сигнал несправності у вигляді логічного „0” не з'явиться.

Якщо він не відповідає мінімальним значенням, тобто він у вигляді логічної „1”, або один чи декілька розрядів у вигляді логічної «1», то на виході 35-6(43-6) блока 35(43) контролю з'явиться сигнал несправності у вигляді логічного «0», який поступає до вихідного каскаду 55(60) блока 47(49) автоматики блока 8(15) автоматичного управління і запобігає видачі команд до блоку 48(50) блока 47(49) автоматики і далі на вихід 1(2) до виконавчих елементів газотурбінного двигуна та до блока 5 бортового контролю. Крім того сигнал несправності з виходу 35-6(43-6) блока 35(43) контролю блока 6(13) поступає до операційного блока 4(12) і далі реєструється в блоці 7(14) реєстрації параметрів. Наявність сигналу несправності потребує ремонту системи.

Після завершення циклу самоконтролю на виході 35-3(43-3) блока 35(43) контролю блока 6(13) устанавлюється сигнал у вигляді логічного «0» «і забезпечує повернення блоків 3(11) та 20(23) до контролю вхідних ланцюгів аналогових та частотних датчиків газотурбінного двигуна, турбостартера та допоміжних систем.

Після зняття сигналу з виходу 35-3(43-3) блока 35(43) знімається сигнал з виходу 35-1(43-1) блока 35(43) і операційний блок 34(42) блока 6(13) переходить в режим вимірювання сигналів з датчиків, характеризуючих фізичний стан параметрів газотурбінного двигуна, турбостартера та допоміжних систем.

Після проведення циклу самоконтролю із зареєстрованих у пам'яті операційного блока 34(42) блока 6(13) результатів перетворення контрольних аналогових та частотних сигналів максимальних та мінімальних, а

також сигналів імітованих порушень вхідних ланцюгів датчиків, операційний блок 34(42) блока 6(13) формує кадр, маючий ознаку проведеного самоконтролю та інформацію, характеризуючу технічний стан вимірюючих аналогових та частотних каналів блока 6(13) перетворення та обробки і видає, наприклад, у вигляді послідовного двійкового адресного коду з виходу 34-7(42-7) блока 34(42) блока 6(13) до входу операційного блока 4(12). Одержаний з виходу 34-7(42-7) блока 34(42) блока 6(13) послідовний двійковий код операційний блок 4(12) перетворює його в двійкове значення зручне для запису у відповідні адреси блока 7(14).

Після завершення циклу самоконтролю блоки 6 та 13 перетворення та обробки переходять до режиму вимірювання сигналів з датчиків, характеризуючих фізичний стан параметрів газотурбінного двигуна, турбостартера та допоміжних систем.

При відсутності порушень ланцюгів аналогових датчиків першого газотурбінного двигуна, турбостартера та допоміжних систем з виходу блоків 3 та 20 контролю датчиків до входу комутатора 31 блока 6 надходять сигнали у вигляді логічного рівня «0», які підключають виходи блоків 1, 21 нормалізаторів та блока 26 гальванічної розв'язки та нормалізаторів до комутатора 32 блока 6, а при відсутності порушень ланцюгів аналогових датчиків другого газотурбінного двигуна, а також турбостартера та допоміжних систем з виходу блоків 11 та 23 контролю датчиків до входу комутатора 39 блока 13 надходять сигнали у вигляді логічного рівня „0”, які підключають виходи блоків 9, 24 нормалізаторів та блока 27 гальванічної розв'язки та нормалізаторів до комутатора 40 блока 13.

При відсутності порушень ланцюгів частотних датчиків першого газотурбінного двигуна та турбостартера з виходу блоків 3 та 20 контролю датчиків до входу комутатора 36 частоти блока 6 надходять сигнали у вигляді логічного рівня «0», які підключають виходи блока 2 формувачів та формувача 22 до операційного блока 34 блока 6, а при відсутності порушень ланцюгів частотних датчиків другого газотурбінного двигуна та турбостартера з виходу блоків 11 та 23 контролю датчиків до входу комутатора 44 частоти блока 13 надходять сигнали у вигляді логічного рівня «0», які підключають виходи блока 10 формувачів та формувача 25 до операційного блока 42 блока 13.

Розглянемо роботу системи в режимі проведення контролю сигналів, характеризуючих фізичний стан параметрів першого газотурбінного двигуна, турбостартера та допоміжних систем (в дужках будуть зазначені відповідні блоки, які забезпечують контроль сигналів, характеризуючих фізичний стан параметрів другого газотурбінного двигуна, турбостартера та допоміжних систем) силової установки літального апарата та реєстрацію загальнолітальних параметрів (швидкість приборна, швидкість відносна, висота відносна, висота барометрична, крен, тангаж, повздовжнє перевантаження (Пх), вертикальне перевантаження (Пу), і т.д.) з реєстрацією на блоках 7 та 14 реєстрації параметрів.

Необхідність незалежного контролю та реєстрації параметрів турбостартера та допоміжних систем, а також видача на блок 5 бортового контролю сигналів попередження про вихід турбостартера на аварійний режим роботи по незалежним каналам вимірювання першого та другого газотурбінного двигуна пов'язана з тим, що при відлагодженні систем, проведенні регламентних робіт на двигуні, опробуванні двигуна після ремонту у складі літального апарату і т.п. працює тільки один двигун.

Перед запуском газотурбінного двигуна починають працювати допоміжні системи, запускається турбостартер, який розкручує газотурбінний двигун, який в свою чергу виходить на режим і далі працює в залежності від дій оператора. При працюючих допоміжних системах, турбостартері та першому газотурбінному двигуні сигнали від аналогових датчиків двигуна (вхід 2 (4)), турбостартера (вхід 6) та допоміжних систем (вхід 7) надходять до блоків 1(9), 21(24) нормалізаторів та блока 26(27) гальванічної розв'язки та нормалізаторів, де перетворюються у заданий рівень постійної напруги зручної як для аналого-цифрового перетворення, так і для використання блоками 3(11) та 20(23) контролю датчиків відповідно. Канали контролю датчиків блоку 3(11) та 20(23) налагоджуються на рівень напруги нижче чим рівень напруги, який відповідає, наприклад, нольовому рівню тиску у магістралях повітряних, паливних та масляних турбостартера, допоміжних систем, першого двигуна. Канали блоків 3(11) та 20(23) контролю датчиків підключаються до ланцюгів датчиків через блоки 1(9), 21(24) нормалізаторів та блок 26(27) гальванічної розв'язки та нормалізаторів. При порушенні вхідних ланцюгів аналогових датчиків або відмові відповідного нормалізатора блоків 1(9), 21(24) або 26(27) з виходу блока 3(11) або 20(23) видаються сигнали до комутатора 31(39) для підключення відповідного еталону блока 38(46) до комутатора 32(40) і далі до аналога - цифрового перетворювача 33(41) та до операційного блока 34(42) блока 6(13) для забезпечення реєстрації.

Від частотних датчиків входи 1(3) та 5 перемінний сигнал, пропорційний частоті обертання ротору двигуна, та турбостартера, надходить до блоку 2(10) формувачів та формувача 22(25), які формують, наприклад, однополярні прямокутні імпульси, які, в свою чергу, надходять до комутатора 36(44) частоти. Ланцюги частотних датчиків підключені до блоків 3(11) та 20(23) контролю датчиків відповідно. Канали контролю частотних датчиків блоків 3(11) та 20(23) при порушенні вхідних ланцюгів видають сигнали до операційного блока 34(42) блока 6(13) для забезпечення їх реєстрації та до комутатора 36(44) частоти для підключення відповідної еталонної частоти блока 37(45) до операційного блока 34(42) блока 6(13).

Процес вимірювання, обробки, формування вихідних управляючих та попереджувальних команд, реєстрація у блоках реєстрації параметрів виданих системою управляючих та попереджувальних команд, а також інформації про стан параметрів кожного газотурбінного двигуна, турбостартера та допоміжних систем, а також видача команд системою при непрацюючій газотурбінній установці здійснюється у наступному порядку.

З виходу 34-2(42-2) блока 34(42) до входу комутатора 32(40) блока 6(13) надходять сигнали, які забезпечують почергове підключення нормалізованих напруг з виходу комутатора 31(39) через комутатор 32(40) до аналого-цифрового перетворювача 33(41) блока 6(13), в якому постійна напруга перетворюється у двійковий код, величина якого пропорційна значенню контролюємого параметра. Після кожного підключення нормалізованої напруги, а відповідно і після кожного її перетворення перетворювачем 33(41) з інтервалом часу перебільшуваним перехідні процеси у комутаторі 32(40) та аналого-цифровому перетворювачі 33(41) операційний блок 34(42) блока 6(13) записує до своєї пам'яті значення двійкового коду, характеризуючого фізичний стан параметрів газотурбінного двигуна, турбостартера та допоміжних систем. Після завершення

перетворення сигналів з блоків 1(9), 21(24) та 26(27) та запису результатів перетворення до пам'яті блока 34(42) припиняється подача кодових комбінацій по ланцюгу 34-2(42-2) з блоку 34(42) до комутатора 32(40) блока 6(13) і забезпечується запис сигналів (при порушеннях ланцюгів датчиків сигнал буде у вигляді логічної „1”) з виходу блоків 3(11) та 20(23) контролю датчиків до пам'яті блока 34(42) блока 6(13).

Після завершення функціонування вимірюючого каналу операційного блока 34(42) блока 6(13), по контролю аналогових параметрів газотурбінного двигуна, турбостартера та допоміжних систем починає функціонувати вимірюючий канал частотних датчиків, з'єднаний з операційним блоком 34(42) блока 6(13), у наступному порядку.

Сигнали від частотних датчиків, входи 1(3) та 5 у вигляді перемінної напруги, періоди проходження якої пропорційні числам обертів газотурбінного двигуна та турбостартера, надходять до блоків 3(11) та 20(23) контролю датчиків відповідно, а також до блока 2(10) формувачів та формувача 22(25) де і перетворюються в імпульси прямокутної форми. З блоку 2(10) формувачів та формувача 22(25) прямокутні імпульси надходять через комутатор 36(44) частоти до входу операційного блока 34(42) блока 6(13).

При відсутності відмов у ланцюгах частотних датчиків на вході операційного блока 34(42) блока 6(13) присутні послідовності прямокутних імпульсів, періоди яких пропорційні числу обертів газотурбінного двигуна та турбостартера.

В наслідок функціонування операційного блока 34(42) блока 6(13) за описаним вище алгоритмом перетворюються аналогові сигнали, які надходять з виходу блоків 1(9), 21(24) нормалізаторів та блока 26(27) гальванічної розв'язки та нормалізаторів через комутатори 31(39) та 32(40), а також через перетворювач 33(41) до входу блока 34(42) блока 6(13), у двійковий код, імпульсні послідовності, які надходять з виходу комутатора 36(44) блока 6(13), у двійковий код, а також сигнали, які свідчать про порушення в ланцюгах аналогових та частотних датчиків з виходу блоків 3(11) та 20(23) контролю датчиків, які фіксуються у пам'яті операційного блока 34(42) блока 6(13). Після проведення циклу реєстрації у пам'яті операційного блока 34(42) блока 6(13) результатів перетворення вхідних аналогових та частотних сигналів, а також стан вхідних ланцюгів операційний блок 34(42) блока 6(13) починає аналізувати раніш записану до пам'яті інформацію, характеризуючу фізичний стан параметрів газотурбінного двигуна, турбостартера та допоміжних систем по алгоритмам допускового контролю.

Якщо один або кілька параметрів газотурбінного двигуна чи турбостартера перший раз досягли свого максимального значення з виходу 34-1(42-1) операційного блока 34(42) блока 6(13) надходить сигнал до входу блока 35(43) блока 6(13), під дією якого він починає функціонувати по описаному вище алгоритму самоконтролю.

Після закінчення самоконтролю на виходах 35-1(43-1), 35-4(43-4) блока 35(43) блока 6(13) установлюються сигнали у вигляді логічного рівня «1», які надходять до блоку 47(49) блока 8(15) автоматичного управління і через відповідні його елементи 51(56), 53(58) забезпечують проходження сигналів з виходів 34-4(42-4), 34-5(42-5) операційного блока 34(42) блока 6(13). Крім того при відсутності відмови в вимірюючих каналах операційного блока 34(42) блока 6(13) на виході 35-6(43-6) установлюється сигнал логічного рівня „1”, який забезпечує проходження сигналів з виходу блока 47(49) до блоку 48(50) блока 8(15) автоматичного управління.

Після завершення циклу самоконтролю по результату вимірювання сигналів, характеризуючих фізичний стан параметрів газотурбінного двигуна, турбостартера та допоміжних систем операційні блоки 34 та 42 блока 6(13) знову переходять до режиму вимірювання сигналів з датчиків.

Після проведення циклу реєстрації у пам'яті операційного блока 34(42) блока 6(13) результатів перетворення вхідних аналогових та частотних сигналів, а також стан вхідних ланцюгів операційний блок 34(42) блока 6(13) починає аналізувати раніш записану до пам'яті інформацію, характеризуючу фізичний стан параметрів газотурбінного двигуна, турбостартера та допоміжних систем по алгоритмам допускового контролю.

Якщо один або кілька тих же параметрів газотурбінного двигуна, турбостартера та допоміжних систем в друге досягли свого максимального значення операційний блок 34(42) блока 6(13) формує на своєму інформаційному виході 34-3(42-3) послідовний двійковий код у якому у відповідних розрядах установлюються логічні рівні «1».

Послідовний двійковий код з виходу 34-3(42-3) операційного блока 34(42) блока 6(13) під дією тактової частоти, поступаючої до регістру 52(57) блока 47(49) блока 8(15) автоматичного управління з виходу 34-4(42-4) блока 34(42) блока 6(13) через комутатор 51(56) блока 47(49) записується у послідовно-паралельний регістр 52(57) блока 47(49) автоматики блока 8(15) автоматичного управління де послідовний двійковий код перетворюється в паралельний. Потім з виходу 34-5(42-5) блока 34(42) блока 6(13) видається сигнал, який проходить до регістру 54(59) через елемент 53(58) ТА блока 47(49) блока 8(15) автоматичного управління у зв'язку з наявністю на його другому вході сигналу з виходу 35-1(43-1) блока 35(43) контролю блока 6(13), який дозволяє перезапис паралельного двійкового коду з регістру 52(57) до регістру 54(59) блока 47(49) автоматики блока 8(15).

Сигнали з виходу паралельного регістру 54(59) через вихідний каскад 55(60) блока 47(49) автоматики поступають на вхід блока 48(50) видачі команд блока 8(15) у якому включаються відповідні електронні ключі або електромеханічні реле тих параметрів які досягли свого граничного значення і які, в свою чергу, включають відповідні агрегати газотурбінного двигуна, наприклад, системи запуску як на землі так і у повітрі, системи енергозабезпечення і т.п. та сигналізацію блока 5 бортового контролю для попередження оператора про вихід турбостартера за межу допустимої роботи, при запуску двигунів, і цикл вимірювання параметрів та видача управляючих команд, при перевищенні параметрами свого межового значення, повторюється.

Крім того сигнал, який свідчить що газотурбінний двигун працює, з виходу каскаду 55(60) поступає до блоку 16(18) управління видачею команд і блокує його роботу.

Таким чином, на блок 5 бортового контролю та виконавчі елементи та системи газотурбінного двигуна команди (сигнали) про досягнення граничних (межових) рівней обмеження параметрів потрапляють тільки



після автоматичного проходження самоконтролю, відсутністю відмов у вимірюючих каналах та ланцюгах датчиків і тільки при послідовному підтвердженні досягнення параметром свого межового значення.

Після завершення формування управляючих команд для включення блока 5, агрегатів газотурбінного двигуна із зареєстрованих у пам'яті операційного блока 34(42) блока 6(13) результатів перетворення вхідних аналогових та частотних сигналів, а також стан вхідних ланцюгів операційний блок 34(42) блока 6(13) формує кадр, маючий інформацію характеризуючу фізичний стан параметрів газотурбінного двигуна, турбостартера та допоміжних систем, ланцюгів їх датчиків та технічний стан самої системи і видає, наприклад, у вигляді послідовного двійкового адресного коду з виходу 34-7(42-7) блока 34(42) блока 6(13) до входу операційного блока 4(12).

Отриманий з виходу 34-7(42-7) блока 34(42) блока 6(13) послідовний двійковий код операційний блок 4(12) перетворює його в двійкове значення зручне для запису у відповідні адреси блока 7(14) реєстрації параметрів.

Реєстрація вихідних команд системи виконується у наступному порядку.

При працюючому турбостартері та двигуні вихідні команди, наприклад, у вигляді бортової напруги, величина якої може бути, наприклад, полюс 27 вольт, з блока 8(15) автоматичного управління надходять на виконавчі елементи і водночас надходять до входу блока 17(19) контролю команд управління. Блок 17(19) забезпечує гальванічну роз'язку бортової мережі літака і напруги живлення блоків і елементів даної системи для забезпечення її перешкодостійкості, а також по сигналу з операційного блока 4(12) формує на своєму виході, наприклад, однополярний послідовний двійковий код (характеризує стан вихідних управляючих команд системи), який надходить до входу операційного блока 4(12) і реєструється в його пам'яті, а потім переписується у пам'ять блоків 7(14).

Цим і завершується цикл запису параметрів газотурбінного двигуна, турбостартера та допоміжних систем, стан ланцюгів датчиків та технічний стан самої системи в блок 7(14), після чого цикл контролю параметрів силової установки повторюється.

Водночас із записом інформації про фізичний стан параметрів силової установки у пам'яті операційних блоків 4 та 12 обчислювач 30 блока 5 бортового контролю приймає інформацію про просторове положення літального апарата, його швидкості, висоті і т.п. від бортової системи реєстрації параметрів літального апарата (вхід 8) та надає безперервно до блоків 4 та 12, наприклад, у вигляді послідовного адресного коду. Операційні блоки 4 та 12 вибирають за адресами необхідну інформацію про просторове положення літального апарата та записують її до своєї пам'яті, чим припиняється цикл запису значень реєструємих параметрів у пам'ять операційного блока 4 та 12. Необхідність запису інформації про просторове положення літального апарата, його швидкості, висоті і т.п. складається з того, що без цієї інформації неможливо повноцінно оцінити технічний стан силової установки в польоті.

Операційні блоки 4 та 12 із записаною у їх пам'яті інформації, формують кадр, який нимиж переписується за відповідними адресами в пам'ять блоків 7 та 14 відповідно.

Водночас із реєстрацією параметрів про технічний стан газотурбінного двигуна, турбостартера, коли він працює, та допоміжних систем у блоках 7 та 14 операційні блоки 4 та 12, безперервно надають до обчислювача 30 блока 5, наприклад, у вигляді послідовного адресного коду, інформацію про технічний стан параметрів силової установки.

Обчислювач 30 блока 5 приймає інформацію про просторове положення літального апарата, його швидкості, висоті і т.п., фізичний стан газотурбінної установки з операційних блоків 4 та 12, аналізує її і через блок 28 формування і перетворення кода видає на блок 29 для відображення повідомлень, про вихід за межові значення параметрів по силовій установці та літальному апарату (попереджувальні повідомлення), у кабінку літального апарата.

Блоки 7 та 14 реєстрації параметрів є експлуатаційними накопичувачами інформації, яка характеризує технічний стан газотурбінних двигунів, турбостартера, допоміжних систем та просторове положення літального апарата, тривалість накопичування може бути, наприклад, 75 годин.

При завершенні часу накопичування інформації до системи поєднується зчитувальне приладдя, яке почергово до входу операційних блоків 4 та 12 по лініям зв'язку (у кресленні не показано) надає інформацію, наприклад, у вигляді двійкового коду, під дією якої блоки 4 та 12 переходять у режим зчитування накопиченої інформації блоками 7 та 14. У цьому режимі операційні блоки 4 та 12 надають до блоків 7 та 14 відповідно адресні кодові значення для забезпечення послідовного зчитування двійкового коду (накопиченої інформації), через операційні блоки 4 та 12 до наземної апаратури.

Зчитана інформація надсилається до центру дешифрування польотних даних, де аналізується стан газотурбінних двигунів, турбостартера та допоміжних систем у тому ж числі ланцюгів датчиків та правильність видачі команд управління до агрегатів двигунів, попереджувачих сигналів про роботу турбостартера на блок 5 бортового контролю та оприділяється або необхідність проведення різноманітних профілактичних (ремонтних) заходів або подальша експлуатація.

При непрацюючому двигуні команди управління на виході блока 48(50) блока 8(15) автоматичного управління повинні бути відсутні. Видача команд блоком 8(15) свідчить про його несправність.

Для визначення відсутності команд управління з виходу блока 8(15) на блоці 29 набору команд та відображення повідомлень блока 5 бортового контролю, установленому у кабінку льотчика, оператором набираються команди, які надходять до блоку 28 формування і перетворення кода блока 5. У блоці 28 команди блока 29 перетворюються, наприклад, у послідовний однополярний двійковий код і подаються на вхід обчислювача 30 блока 5. Під впливом послідовного однополярного двійкового кода обчислювач 30 блока 5, в свою чергу формує послідовний однополярний двійковий код та передає до операційного блока 4(12), який переходить у режим контролю наявності вихідних команд блока 8(15). Далі система працює за описаним вище алгоритмом контролю команд управління при працюючому двигуні. Після завершення циклу контролю вихідних команд операційний блок 4(12) фіксує у своїй пам'яті результати контролю і через обчислювач 30 і блок 28 видає інформацію по результату контролю на блок 29 блока 5 для відображення повідомлень. У випадку видачі блоком 8(15) команд управління на виконавчі елементи на блоці 29 блока 5 буде

відображення, наприклад, відмова системи, при цьому, система бракується і замість установлюється справна система.

При непрацюючих двигунах, наприклад, на етапі виробництва літального апарата чи після його капітального ремонту, а також при проведенні регламентних робіт, пошуку відмов у ланцюгах виконавчих елементів чи перевірці працездатності самих виконавчих елементів (агрегатів двигуна) в автономному режимі, без підключення наземної перевірконої апаратури, на блоці 29 оператором набираються команди, які поступають на блок 28 формування і перетворення кода, де команди блока 29 перетворюються, наприклад, у послідовний однополярний двійковий код і подаються на вхід обчислювача 30 блока 5. Під впливом прспідовного однополярного двійкового кода обчислювач 30 блока 5 переходить у режим контролю стану виконавчих елементів першого чи другого газотурбінних двигунів, наприклад, першого. При цьому обчислювач 30 блока 5 видає команди на операційний блок 4, котрий також переходить до режиму контролю стану виконавчих елементів першого газотурбінного двигуна і роботи з блоком 16 управління видачею команд. При цьому режимі з виходу блока 4 на вхід блока 16 надходить послідовний однополярний двійковий код, який в ньому перетворюється у паралельний двійковий код. У наслідку перетворення на виході блока 16 управління видачею команд з'являються сигнали, наприклад, у вигляді логічної „1”, які надходять на входи блока 48 видачі команд блока 8, при наявності на вході блока 16 сигналу з виходу блока 47 автоматики блока 8, наприклад, у вигляді логічної «1», при непрацюючому двигуні. При надходженні сигналу, наприклад, у вигляді логічної «1 «на відповідний вихідний елемент блока 48, наприклад, реле, у наслідку чого реле спрацьовує, замикає свої контакти і на виході блока 48 блока 8 з'являється команда, наприклад, у вигляді напруги плюс 27 вольт. Наявність команди на виході блока 8 свідчить про справність системи, а відсутність команди свідчить про відмову блока 8 автоматичного управління. Вихідна команда блока 8, при справності ланцюгів і самих виконавчих елементів включає відповідний агрегат першого газотурбінного двигуна або включає сигналізацію на блоці 5. Спрацьовування агрегата двигуна або сигналізації блока 5 свідчить про їх справності і ліній зв'язку з ним. У випадку не спрацьовування виконавчого елемента з'ясовується причина відмови, яка полягає у перевірці наявності вихідної команди блока 8 (перевіряється за описаним вище алгоритмом контролю видачі команд при працюючому двигуні), лінії зв'язку і функціонування самого виконавчого агрегата. Виявлені несправності усуваються. Цим і закінчується перевірка блока 8 автоматичного управління, блока 5, виконавчих елементів і ліній зв'язку з ними.

Для запобігання видачі помилкових команд управління блоком 16, при працюючому двигуні, на його вхід з блока 47 автоматики блока 8 надходить сигнал, наприклад, у вигляді логічного «0», який блокує роботу блока 16. Цим і запобігається несанкціонований вплив блока 16 на роботу блока 8 автоматичного управління при працюючому двигуні.

Для перевірки працездатності виконавчих елементів і ліній зв'язку з ними другого газотурбінного двигуна, на блоці 29 набору команд блока 5, оператором набираються команди які поступають до блока 28 формування і перетворення кода, де команди блока 29 блока 5 перетворюються, наприклад, у послідовний однополярний двійковий код і подаються на вхід обчислювача 30 блока 5. Під впливом послідовного однополярного двійкового кода обчислювач 30 блока 5 переходить у режим контролю стану виконавчих елементів другого газотурбінного двигуна.

При цьому обчислювач 30 блока 5 видає команди на операційний блок 12, котрий також переходить до режиму контролю стану виконавчих елементів другого газотурбінного двигуна роботи з блоком 18 управління видачею команд. При цьому режимі з виходу блока 12 на вхід блока 18 надходить послідовний однополярний двійковий код, який перетворюється у ньому у паралельний двійковий код. У наслідку перетворення на виході блока 18 управління видачею команд з'являються сигнали, наприклад, у вигляді логічної „1”, які надходять на входи блока 50 видачі команд блока 15, при наявності на вході блока 18 сигналу з виходу блока 49 автоматики блока 15, наприклад, у вигляді логічної «1”, при непрацюючому двигуні. При надходженні сигналу, наприклад, у вигляді логічної „1” на відповідний вихідний елемент блока 50, наприклад, реле, у наслідку чого реле спрацьовує, замикає свої контакти і на виході блока 50 блока 15 з'являється команда, наприклад, у вигляді напруги плюс 27 вольт. Наявність команди на виході блока 15 свідчить про справність системи, а відсутність команди свідчить про відмову блока 15 автоматичного управління. Вихідна команда блока 15, при справності ланцюгів і самих виконавчих елементів включає відповідний агрегат другого газотурбінного двигуна або сигналізацію на блоці 5. Спрацьовування агрегата двигуна або сигналізації блока 5 свідчить про їх справності і ліній зв'язку з ними. У випадку не спрацьовування виконавчого елемента з'ясовується причина відмови, яка полягає у перевірці наявності вихідної команди блока 15 (перевіряється за описаним вище алгоритмом контролю видачі команд при працюючому двигуні), лінії зв'язку і функціонування самого виконавчого агрегата чи блока 5. Виявлені несправності усуваються. Цим і закінчується перевірка блока 15 автоматичного управління, виконавчих елементів і ліній зв'язку з ними.

Для запобігання видачі помилкових команд управління блоком 18, при працюючому двигуні, на його вхід з блока 49 автоматики блока 15 надходить сигнал, наприклад, у вигляді логічного «0 «який блокує роботу блока 18. Цим і запобігається несанкціонований вплив блока 18 на роботу блока 15 автоматичного управління при працюючому двигуні.

Запропонований винахід за рахунок удосконалення системи забезпечує:

- контроль параметрів турбостартера та видачу сигналів попередження про вихід на аварійний режим роботи турбостартера, який забезпечує запуск (послідовний або паралельний) газотурбінних двигунів силової установки літального апарата, запис параметрів турбостартера у блоках реєстрації параметрів;

- попереджувальну сигналізацію про вихід параметрів турбостартера за граничний рівень, що дозволить зробити вчасне припинення роботи турбостартера, що в свою чергу допоможе уникнути негативних наслідків для газотурбінних двигунів силової установки літального апарата;

- запис параметрів допоміжних агрегатів та систем, які забезпечують надійний запуск та надійну експлуатацію силової установки, таких як генераторів (змінного та постійного струму), паливних та масляних насосів, фільтрів очистки палива, тиску повітря на вході двигуна, температури повітря на вході двигуна,

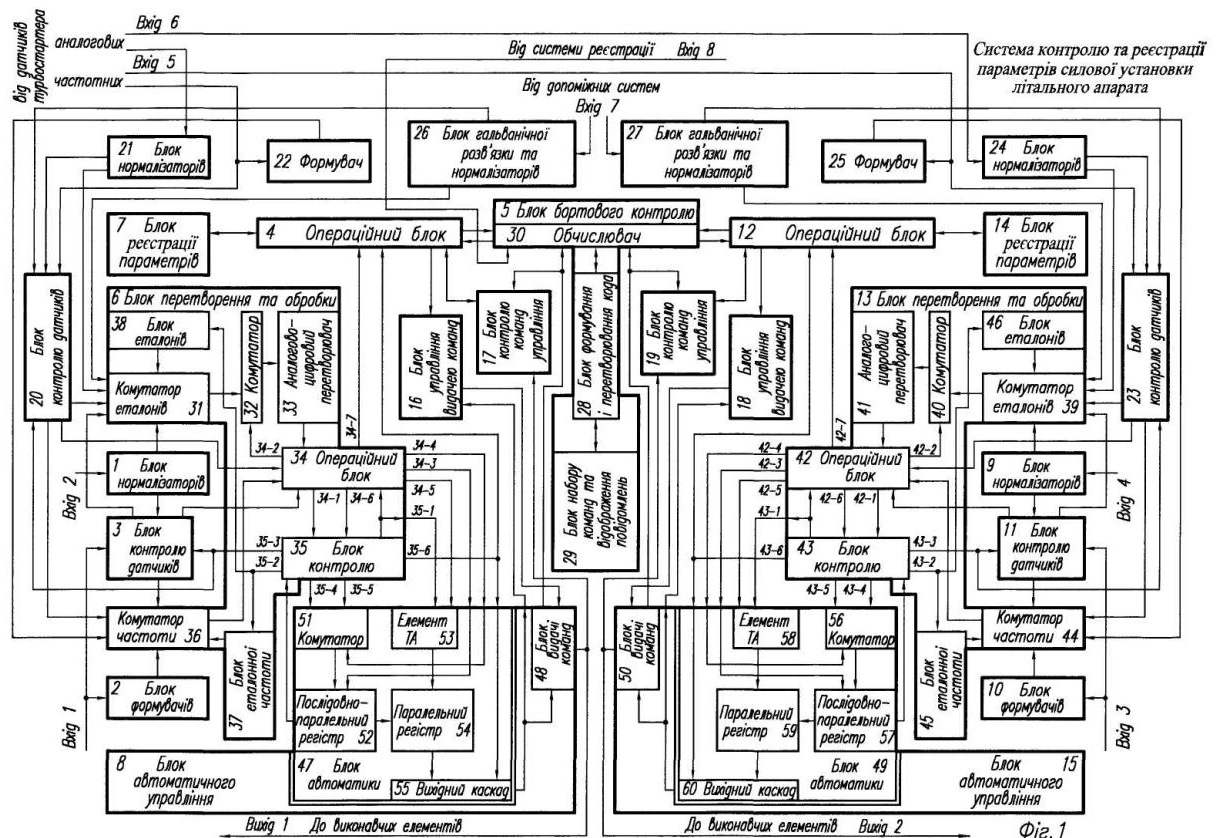
положення повітрязбірників двигуна, параметри змінного та постійного струму і т.п.;

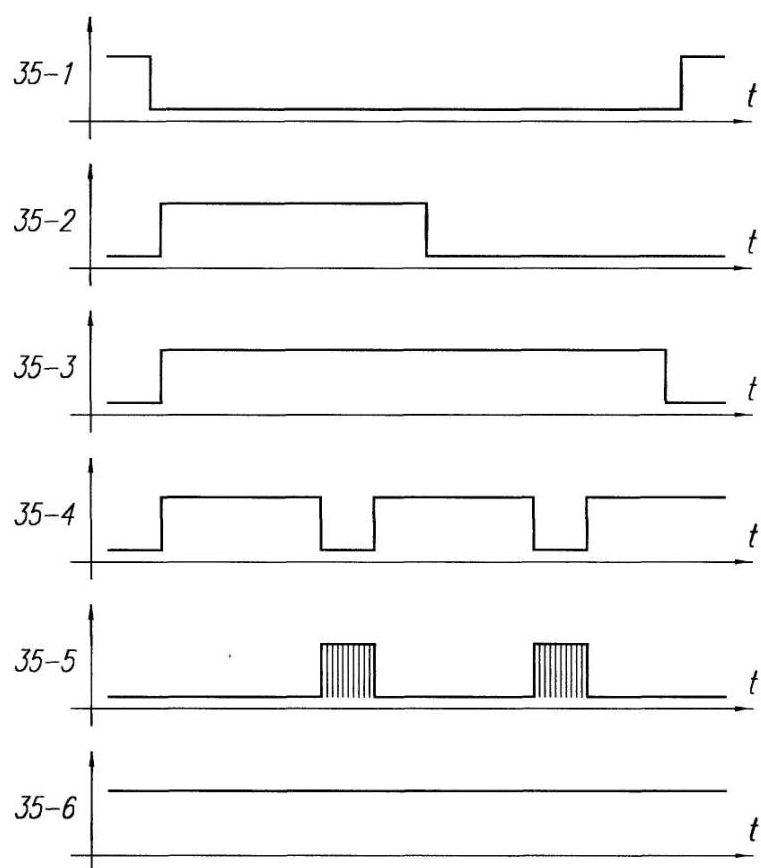
контроль функціонування каналів контролю параметрів турбостартера та допоміжних систем;

високу достовірність контролю та реєстрації параметрів турбостартера та допоміжних систем, які забезпечують надійний запуск та роботу силової установки;

видачу команд з виходу блоків автоматичного управління, при непрацюючих двигунах, для перевірки працездатності виконавчих елементів газотурбінних двигунів та блока 5 бортового контролю і лінії зв'язку з ними, наприклад, при виконанні регламентних робіт чи перевірці бортових ланцюгів і працездатності агрегатів при виготовленні літального апарата чи після капітального ремонту, а особливо в період експлуатації, наприклад, при підготовці до другого вильоту літального апарата, що скорочує час пошуку відмов у ланцюгах виконавчих елементів та перевірку функціонування виконавчих елементів газотурбінних двигунів силової установки літального апарата.

Надане технічне рішення за рахунок реєстрації в блоках 7 та 14 достовірної інформації, яка характеризує технічний стан параметрів газотурбінного двигуна, турбостартера, допоміжних систем, стан ланцюгів датчиків, стан вихідних команд системи, а також технічний стан самої системи дозволить забезпечити надійну експлуатацію силової установки і самої системи за технічним станом, скоротити час на усунення відмов в обладнанні двигунів, літака та ланцюгів датчиків і як наслідок підвищити надійність та знизити вартість експлуатації силової установки літального апарата, а також скоротити бездію літального апарата.





Фиг. 2