

Винахід стосується області газотурбінного двигунобудування та, відповідно, систем управління, контролю та випробувань газотурбінного двигуна.

Відомі системи:

"Пристрій для допускового контролю", який містить послідовно з'єднані блок нормалізації, комутатор, аналого-цифровий перетворювач та операційний блок [авт. свід. колишнього СРСР №780697, кл. G05B23/02].

Вказаний пристрій має наступні недоліки:

Низька достовірність контролю порушення ланцюгів датчиків, так як неможливо відразу стверджувати порушення ланцюга датчика чи відмову в блоці нормалізації, комутаторі або аналого-цифровому перетворювачі;

Недостатня достовірність контролю параметрів системою унаслідок відсутності контролю функціонування;

Недостатня надійність та перешкодостійкість пристрою у наслідок відсутності контролю функціонування при порушенні його вхідних ланцюгів, так як при порушенні вхідного ланцюга на виході блока нормалізаторів будуть напруги мінімальні чи максимальні які не відображають фізичний стан параметрів контролюемого агрегата.

"Система автоматичного контролю параметрів газотурбінного двигуна" [авт. свід. колишнього СРСР №786434, кл. F02C9/28, G06F15/46], яка має формувач, обчислювач, з'єднаний з виходом кожного з двох програмних (операційних) блоків та послідовно з'єднані блок нормалізаторів, комутатор та аналого-цифровий перетворювач.

Вказана система має наступні недоліки:

- відсутній контроль порушення вхідних ланцюгів системи;
- недостатня достовірність контролю параметрів унаслідок відсутності контролю функціонування;
- недостатня надійність та перешкодостійкість унаслідок відсутності контролю функціонування при порушенні вхідних ланцюгів, т.я. при порушенні вхідних ланцюгів по каналу аналогових датчиків на виході блока нормалізаторів будуть напруги мінімальні або максимальні, а при порушенні вхідних ланцюгів по каналу частотних датчиків в їхніх лініях зв'язку будуть наводитися сигнали перешкоди від електромагнітного впливу електроагрегатів газотурбінного двигуна, що не відображає фізичний стан його параметрів;
- низька функціональна надійність системи унаслідок відсутності експлуатаційного накопичувача інформації кожному вимірюючому тракту в цілому про стан параметрів газотурбінного двигуна.

Найближчою за технічною суттю та досягаємому ефекту по відношенню до запропонованого технічного рішення є "Система автоматичного управління, контролю та реєстрації параметрів газотурбінного двигуна" [Деклараційний патент України №46494А по кл. F02C9/28, заявка №2001075347 від 26.07.2001р.], яка має послідовно з'єднані перші блок конденсаторів, блок формувачів, блок комутації частоти, другий вхід якого з'єднаний з першим блоком керованої еталонної частоти, третій вхід першого блока комутації частоти з'єднаний з виходом першого блока контролю датчиків (включає перші блок контролю вхідних ланцюгів, блок керованих узгоджувачів пристроїв, блок компараторів, блок одинівibratorів, блок елементів АБО, блок елементів ТА, блок сигналізаторів та багатоканальне джерело напруги), а його вихід з'єднаний з першим операційним блоком, а третій вихід блока контролю датчиків через перший, другий комутатори та перший аналого-цифровий перетворювач з'єднаний з третім входом першого операційного блока, перший вхід блока узгодження з'єднаний з першим входом системи, а вихід з'єднаний з першим блоком контролю датчиків та першим комутатором, третій вхід якого з'єднаний з блоком керованих еталонів, останні виходи першого операційного блока з'єднані з другим комутатором, третім операційним блоком, першим блоком формування команд та першим блоком контролю, виходи якого з'єднані з першим блоком керованої еталонної частоти, першим блоком керованих еталонів, першим блоком контролю датчиків, першим блоком формування команд, першим та третім операційними блоками, а його входи з'єднані з блоком формування команд та першим операційним блоком, вхід першого блока конденсаторів та третій вхід першого блока контролю датчиків з'єднані між собою та з другим входом системи, другий блок конденсаторів через другий блок формувачів з'єднаний з другим блоком комутації частоти, другий вхід якого з'єднаний з другим блоком керованої еталонної частоти, третій вхід другого блока комутації частоти з'єднаний з виходом другого блока контролю датчиків (включає другий блок контролю вхідних ланцюгів, другий блок керованих узгоджувачів пристроїв, другий блок компараторів, другий блок одинівibratorів, другий блок елементів АБО, другий блок елементів ТА, другий блок сигналізаторів), а його вихід з'єднаний з другим операційним блоком, а третій вихід блока контролю датчиків через третій, четвертий комутатори та другий аналого-цифровий перетворювач з'єднаний з третім входом другого операційного блока, другий блок контролю датчиків та третій комутатор з'єднані з виходом блока узгодження, третій вхід третього комутатора з'єднаний з блоком керованих еталонів, останні виходи другого операційного блока з'єднані з четвертим комутатором, третім операційним блоком, другим блоком формування команд та другим блоком контролю, виходи якого з'єднані з другим блоком керованої еталонної частоти, другим блоком керованих еталонів, другим блоком контролю датчиків, другим блоком формування команд, другим та третім операційними блоками, а його входи з'єднані з блоком формування команд та другим операційним блоком, вхід другого блока конденсаторів та третій вхід другого блока контролю датчиків з'єднані між собою та з третім входом системи, перший та другий блоки формування команд з'єднані з блоком видачі команд управління та блоком управління видачею команд вихід якого через блок видачі команд з'єднаний з виходом системи та входом блока контролю команд управління, вхід якого з'єднаний з входом-виходом третього операційного блока, вихід якого з'єднаний з останнім входом блока управління видачею команд.

Вказана система не може бути застосована для наземних випробувань газотурбінного двигуна у зв'язку з неможливістю впливати на систему регулювання (межових регуляторів) газотурбінного двигуна змінюючи режим її роботи, наприклад, з "бойового" на "учбовий" чи навпаки.

Вона також не може показувати у реальному часі значення параметрів газотурбінного двигуна при його випробуванні.

Режим роботи газотурбінного двигуна "учбовий" залежить від настройки системи регулювання і характеризується зниженими рівнями обмежень системою регулювання параметрів газотурбінного двигуна,

що дає можливість експлуатувати газотурбінний двигун у бережливому режимі, що в свою чергу забезпечує подовжений ресурс газотурбінного двигуна.

Режим роботи газотурбінного двигуна "бойовий" залежить від настройки системи регулювання і характеризується підвищеними рівнями обмежень системою регулювання параметрів газотурбінного двигуна, що забезпечує інтенсивну експлуатацію газотурбінного двигуна, тобто експлуатацію на максимально допустимих режимах, що в свою чергу знижує ресурс газотурбінного двигуна.

Режим роботи газотурбінного двигуна "учбовий" може використовуватись, наприклад, при виконанні тренувальних польотів, а "бойовий" - при виконанні задач пов'язаних з застосуваннями літака в критичних умовах.

При експлуатації газотурбінного двигуна на літальних апаратах застосовуються указані вище режими для досягнення оптимального поєднання з одного боку достатнього ресурсу двигуна, а з другого - фінансових витрат на його експлуатацію.

Режими роботи газотурбінного двигуна "бойовий" чи "учбовий" залежать від перенастройки системи регулювання на "бойовий" чи "учбовий" режим.

Для забезпечення надійної експлуатації газотурбінного двигуна на указаних вище режимах необхідно на підприємствах - виробниках при виготовленні чи після ремонту, в експлуатації при регламентних роботах проводити випробування газотурбінного двигуна на вище зазначених режимах.

Передбачений винахід направлений на створення системи, яка повинна з одного боку забезпечити контроль та реєстрацію параметрів газотурбінного двигуна, а з другого - забезпечити змінення режиму функціонування системи регулювання газотурбінного двигуна та показ у реальному часі значення його параметрів при наземних випробуваннях на підприємствах - виробниках двигунів чи в експлуатації при регламентних роботах.

Метою передбаченого винаходу є розширення функціональних можливостей, області застосування системи та забезпечення випробувань газотурбінного двигуна на різних режимах роботи з показом значень його параметрів.

Визначена мета досягається тим, що у відому систему, яка має послідовно з'єднані перші блок конденсаторів, блок формувачів, блок комутації частоти, другий вхід якого з'єднаний з першим блоком керованої еталонної частоти, третій вхід першого блока комутації частоти з'єднаний з виходом першого блока контролю датчиків, а вихід першого блока комутації частоти з'єднаний з першим операційним блоком, другий вхід якого з'єднаний другим виходом блока контролю датчиків, а його третій вихід через перший, другий комутатори та перший аналого-цифровий перетворювач з'єднаний з третім входом першого операційного блока, перший вхід блока узгодження з'єднаний з першим входом системи, а вихід з'єднаний з першим блоком контролю датчиків та першим комутатором, третій вхід якого з'єднаний з блоком керованих еталонів, останні виходи першого операційного блока з'єднані з другим комутатором, третім операційним блоком, першим блоком формування команд та першим блоком контролю, виходи якого з'єднані з першим блоком керованої еталонної частоти, першим блоком керованих еталонів, першим блоком контролю датчиків, першим блоком формування команд, першим та третім операційними блоками, а останній вхід першого блока контролю з'єднаний з першим блоком формування команд, вхід першого блока конденсаторів та третій вхід першого блока контролю датчиків з'єднані між собою та з другим входом системи, другий блок конденсаторів через другий блок формувачів з'єднаний з другим блоком комутації частоти, другий вхід якого з'єднаний з другим блоком керованої еталонної частоти, третій вхід другого блока комутації частоти з'єднаний з виходом другого блока контролю датчиків, а вихід другого блока комутації частоти з'єднаний з другим операційним блоком, другий вхід якого з'єднаний другим виходом другого блока контролю датчиків, а його третій вихід через третій, четвертий комутатори та другий аналого-цифровий перетворювач з'єднаний з третім входом другого операційного блока, другий блок контролю датчиків та третій комутатор з'єднані з виходом блока узгодження, третій вхід третього комутатора з'єднаний з блоком керованих еталонів, останні виходи другого операційного блока з'єднані з четвертим комутатором, третім операційним блоком, другим блоком формування команд та другим блоком контролю, виходи якого з'єднані з другим блоком керованої еталонної частоти, другим блоком керованих еталонів, другим блоком контролю датчиків, другим блоком формування команд, другим та третім операційними блоками, а останній вхід другого блока контролю з'єднаний з другим блоком формування команд, вхід другого блока конденсаторів та третій вхід другого блока контролю датчиків з'єднані між собою та з третім входом системи, перший та другий блоки формування команд з'єднані з блоком видачі команд управління та блоком управління видачею команд, вихід якого через блок видачі команд з'єднаний з виходом системи та входом блока контролю команд управління, вхід якого з'єднаний з входом-виходом третього операційного блока, вихід якого з'єднаний з останнім входом блока управління видачею команд, третій операційний блок та блок накопичувача входами-виходами з'єднані між собою, ДОДАТКОВО введені пульт оперативного управління та контролю, блок формування команд переналагодження та блок контролю команд переналагодження, пульт оперативного управління та контролю входами - виходами з'єднаний з третім операційним блоком, останній вихід якого через блок формування команд переналагодження та блок контролю команд переналагодження з'єднаний з останнім своїм входом, вихід блока формування команд переналагодження є другим виходом системи.

Введення в систему додаткових ознак, а саме:

пульту оперативного управління та контролю, блока формування команд переналагодження та блока контролю команд переналагодження, дозволяє забезпечити змінення режиму роботи газотурбінного двигуна на "бойовий" чи "учбовий" при наземних його випробуваннях на підприємствах - виробниках двигунів чи в експлуатації при виконанні регламентних робіт.

Як видно з вищезгаданого, запропоноване технічне рішення має суттєві ознаки, які дозволяють розширити функціональні можливості, область застосування системи та забезпечити випробування газотурбінного двигуна, з показом значень його параметрів, на різних режимах роботи в залежності від переналагодження системи регулювання.

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

Система містить перший блок 1 конденсаторів, перший блок 2 формувачів, перший блок 3 комутації частоти, перший блок 4 керованої еталонної частоти, перший блок 5 контролю датчиків, перший операційний блок 6, перший комутатор 7, другий комутатор 8, перший аналого-цифровий перетворювач 9, блок 10 узгодження, перший блок 11 керованих еталонів, перший блок 12 формування команд, перший блок 13 контролю, другий блок 14 конденсаторів, другий блок 15 формувачів, другий блок 16 комутації частоти, другий блок 17 керованої еталонної частоти, другий блок 18 контролю датчиків, другий операційний блок 19, третій комутатор 20, четвертий комутатор 21, другий аналого-цифровий перетворювач 22, другий блок 23 керованих еталонів, другий блок 24 формування команд, другий блок 25 контролю, третій операційний блок 26, блок 27 накопичувача, блок 28 видачі команд управління, блок 29 управління видачею команд, блок 30 контролю команд управління, пульт 31 оперативного управління та контролю, блок 32 формування команд переналагодження та блок 33 контролю команд переналагодження.

Блок 12 (24) формування команд включає послідовно-паралельний регістр 34 (39), паралельний регістр 35 (40), вихідний каскад 36 (41), комутатор 37 (42), елемент ТА 38 (43).

Пульт 31 оперативного управління та контролю включає блок 44 набору команд, блок 45 відображення повідомлень, обчислювач 46, блок 47 приймання різнополярного коду, блок 48 формування різнополярного коду, блок 49 видачі та приймання однополярного коду.

Необхідність використання такої структури пульта 31 оперативного управління та контролю (наявність у складі пульта блока 47 приймання різнополярного коду та блока 48 формування різнополярного коду) викликано необхідністю віддалення його, від двигуна чи літака, на якому випробують двигуни, на відстань не менше як на 20-25 метрів з точки зору безпеки оператора. Як відомо різнополярний код має високу перешкодостійкість та надійно пересилає інформацію на значну відстань.

Блок 1 конденсаторів через блок 2 формувачів з'єднаний з блоком 3 комутації частоти, другий вхід якого з'єднаний з першим блоком 4 керованої еталонної частоти, третій вхід першого блока 3 комутації частоти з'єднаний з виходом першого блока 5 контролю датчиків, а вихід блока 3 комутації частоти з'єднаний з першим операційним блоком 6, другий вхід якого з'єднаний з другим виходом блока 5 контролю датчиків, а його третій вихід через перший комутатор 7, другий комутатор 8 та перший аналого-цифровий перетворювач 9 з'єднаний з третім входом першого операційного блока 6, перший вхід блока 10 узгодження з'єднаний з першим входом системи, а вихід з'єднаний з першим блоком 5 контролю датчиків та першим комутатором 7, третій вхід якого з'єднаний з першим блоком 11 керованих еталонів, останні виходи першого операційного блока 6 з'єднані з другим комутатором 8, третім операційним блоком 26, першим блоком 12 формування команд та першим блоком 13 контролю, виходи якого з'єднані з першим блоком 4 керованої еталонної частоти, першим блоком 11 керованих еталонів, першим блоком 5 контролю датчиків, першим блоком 12 формування команд, першим операційним блоком 6 та третім операційним блоком 26, а останній вхід блока 13 контролю з'єднаний з блоком 12 формування команд, вхід блока 1 конденсаторів та третій вхід першого блока 5 контролю датчиків з'єднані між собою та з другим входом системи, другий блок 14 конденсаторів через другий блок 15 формувачів з'єднаний з другим блоком 16 комутації частоти, другий вхід якого з'єднаний з другим блоком 17 керованої еталонної частоти, третій вхід другого блока 16 комутації частоти з'єднаний з виходом другого блока 18 контролю датчиків, а вихід блока 16 комутації частоти з'єднаний з другим операційним блоком 19, другий вхід якого з'єднаний другим виходом другого блока 18 контролю датчиків, а його третій вихід через третій комутатор 20, четвертий комутатор 21 та другий аналого-цифровий перетворювач 22 з'єднаний з третім входом другого операційного блока 19, другий блок 18 контролю датчиків та третій комутатор 20 з'єднані з виходом блока 10 узгодження, третій вхід третього комутатора 20 з'єднаний з другим блоком 23 керованих еталонів, останні виходи другого операційного блока 19 з'єднані з четвертим комутатором 21, третім операційним блоком 26, другим блоком 24 формування команд та другим блоком 25 контролю, виходи якого з'єднані з другим блоком 17 керованої еталонної частоти, другим блоком 23 керованих еталонів, другим блоком 18 контролю датчиків, другим блоком 24 формування команд, другим операційним блоком 19 та третім операційним блоком 26, а останній вхід блока 25 контролю з'єднаний з блоком 24 формування команд, вхід другого блока 14 конденсаторів та третій вхід другого блока 18 контролю датчиків з'єднані між собою та з третім входом системи, перший блок 12 формування команд та другий блок 24 формування команд з'єднані з блоком 28 видачі команд управління та блоком 29 управління видачею команд, вихід якого через блок 28 видачі команд управління з'єднаний з виходом системи та входом блока 30 контролю команд управління, вхід-вихід якого з'єднаний з входом-виходом третього операційного блока 26, вихід якого з'єднаний з останнім входом блока 29 управління видачею команд, третій операційний блок 26 та блок 27 накопичувача входами-виходами з'єднані між собою, пульт 31 оперативного управління та контролю входами - виходами з'єднаний з операційним блоком 26, останній вихід якого через блок 32 формування команд переналагодження та блок 33 контролю команд переналагодження з'єднаний з останнім своїм входом.

Комутатор 37 (42) блока 12 (24) формування команд з'єднаний з виходами блока контролю 13 (25) та операційного блока 6 (19), а вихід через послідовно-паралельний регістр 34 (39) з'єднаний з входом блока 13 (25) контролю, паралельний регістр 35 (40) блока 12 (24) з'єднаний з елементом 38 (43) ТА, а через регістр 34 (39) - з операційним блоком 6 (19), вихід регістру 35 (40) блока 12 (24) через вихідний каскад 36 (41) з'єднаний з блоком 28 видачі команд управління та блоком 29 управління видачею команд, останній вхід вихідного каскаду 36 (41) блока 12 (24) з'єднаний з виходом блока 13 (25) контролю, а входи елемента 38 (43) ТА блока 12 (24) з'єднані з виходами операційного блока 6 (19) та блока 13 (25) контролю.

Блок 19 узгодження призначений для узгодження вихідних опорів датчиків, забезпечуючих їх тарировочні характеристики та може являти собою, наприклад, набір прецизійних резисторів, ділителів напруги, перетворювачів перемінної напруги в постійну, підсилювачів та нормалізаторів, перетворювачів опору в напругу, резистивно-ємнісних фільтрів бортових перешкод і т.д. Кількість каналів у блоці 10 узгодження дорівнює кількості контрольованих параметрів газотурбінного двигуна, причому, висока функціональна надійність контролю дуже важливих аналогових параметрів забезпечується резервуванням перетворювачів, нормалізаторів, підсилювачів і т.п. у блоці 10 узгодження.

Блоки 11 та 23 керованих еталонів можуть бути надані як набір еталонних джерел напруги та струму, еталонних резисторів і т.п.

Комутатори 1, 20, та комутатори блоків 3, 16 можуть бути реалізовані на базі стандартних одноканальних керованих ключів.

Блоки 5 та 18 контролю датчиків можуть бути виконані 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).

Операційні блоки 6, 19 та 26 можуть бути реалізовані на базі стандартних багатофункціональних процесорів 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 13 та 25 контролю можуть бути реалізовані на стандартних процесорах.

Блок 29 управління видачею команд та блок 32 формування команд переналагодження можуть бути реалізовані на базі стандартних послідовно-паралельних регістрів.

Блок 30 контролю команд управління та блок 33 контролю команд переналагодження можуть бути реалізовані на базі стандартних паралельно-послідовних регістрів та елементів гальванічної розв'язки.

Блок 27 накопичувача може бути реалізований на базі стандартних елементів флеш-пам'яті.

Блок 28 видачі команд управління може бути реалізований на базі стандартних електронних та релейних компонентів.

Пульт 31 оперативного управління та контролю може бути реалізований на базі стандартного портативного комплексу персонального комп'ютера.

Блок 44 набору команд по виходу, а блок 45 відображення повідомлень по входу з'єднані з обчислювача 46 пульта 31 оперативного управління та контролю, другий вхід обчислювачами 46 через блок 47 приймання різнополярного коду з'єднаний з виходом операційного блока 26, вхід якого через блок 48 формування різнополярного коду з'єднаний з виходом обчислювача 46, блок 49 видачі та приймання однополярного коду пульта 31 оперативного управління та контролю входами-виходами з'єднаний з операційним блоком 26 та обчислювачем 46 пульта 31 оперативного управління та контролю.

Кількість каналів в блоці 10, блоках 5, 18 та кількість каналів керованих ключів комутаторів 7 та 20 відповідає кількості контрольованих аналогових параметрів, а відповідно і кількості контрольованих ланцюгів аналогових датчиків газотурбінного двигуна.

Кількість каналів в блоках 2 та 15 формувачів, блоках 3 та 16 комутації частоти, а також кількість пар конденсаторів в блоках 1 та 14 відповідає кількості контрольованих частотних параметрів в кожному із входів, а відповідно і кількості каналів у блоках 5 та 18 контролю ланцюгів датчиків обертів газотурбінного двигуна.

Система працює наступним чином.

При вмиканні напруги живлення блоки 12, 24, 28, 29, 30 та 32 встановлюються у початковий стан, забезпечуючи відсутність на їх виходах інформаційних сигналів, наприклад, у вигляді логічної "1", операційний блок 26, пульт 31 оперативного управління та контролю, блоки 13 та 25 контролю, а також операційні блоки 6, 19 встановлюються в початковий стан і з інтервалом часу, який перебільшує перехідні процеси в системі, видають сигнали на блоки 13 та 25 контролю відповідно, забезпечуючи проведення незалежного контролю функціонування кожного каналу системи, а також перевірку блоків 5 та 18, які контролюють ланцюги датчиків.

Розглянемо роботу системи у режимі проведення самоконтролю на прикладі вимірюючого каналу операційного блока 6 (в дужках будуть зазначені відповідні блоки вимірюючого каналу операційного блока 19). З виходу 6-1 (19-1) операційного блока 6 (19) надходить сигнал до входу блока 13 (25) контролю, під дією якого він починає функціонувати по наступному алгоритму.

З виходу 13-1 (25-1) блока 13 (25) контролю до операційного блока 6 (19) надходить сигнал, наприклад, у вигляді логічного "0" (дивись Фіг.2), який свідчить про початок функціонування блока 13 (25) по видачі сигналів для проведення самоконтролю та забезпечує перехід роботи операційного блока 6 (19) до режиму самоконтролю. Крім того з виходу 13-1 (25-1) блока 13 (25) контролю до елемента 38 (43) та блока 12 (24) формування команд надходить сигнал, який запобігає проходженню сигналу з виходу 6-5 (19-5) операційного блока 6 (19).

З виходу 13-2 (25-2) блока 13 (25) контролю до блока 4 (17) керованої еталонної частоти та блока 11 (23) керованих еталонів надходить сигнал, наприклад, у вигляді логічної "1", який забезпечує на виході блока 4 (17) максимальні еталонні частоти, а на виході блока 11 (23) - максимальні еталонні напруги, які перевищують граничні значення контролюємих параметрів газотурбінного двигуна.

З виходу 13-3 (25-3) блока 13 (25) контролю надходить сигнал, наприклад, у вигляді логічної "1" до входу блока 5 (18) контролю датчиків і незалежно від стану ланцюгів аналогових та частотних датчиків встановлює його в режим, імітуючий порушення вхідних ланцюгів аналогових та частотних датчиків, при цьому на його виході отримуємо сигнали, наприклад, у вигляді логічної "1", які надходять до входів комутатора 7 (20), блока 3 (16) комутації частоти та операційного блока 6(19) для забезпечення контролю функціонування системи.

З виходу 13-4 (25-4) блока 13 (25) контролю надходить сигнал, наприклад, у вигляді логічної "1" до входу комутатора 37 (42) блока 12 (24) формування команд, який забезпечує проходження через нього тактової частоти з виходу 6-4 (19-4) операційного блока 6 (19).

При надходженні сигналів, наприклад, у вигляді логічної "1" з виходу блока 5 (18) до входу комутатора 7 (20), останній відключає вхід комутатора 8 (21) від виходів блока 10 узгодження та підключає виходи блока 11 (23) керованих еталонів до входу комутатора 8 (21). При цьому максимальні еталонні напруги через комутатор 7 (20) надходять до комутатора 8 (21) і в результаті на його виході встановлюються максимальні контрольні значення постійної напруги. З виходу 6-2 (19-2) блока 6 (19) до входу комутатора 8 (21) надходять сигнали, наприклад, у вигляді двійкового коду паралельного або послідовного, які забезпечують почергове підключення максимальних контрольних значень напруги з виходу комутатора 7 (20) через комутатор 8 (21) до аналого-цифрового перетворювача 9 (22), у якому максимальна контрольна напруга перетворюється у двійковий контрольний код. Після кожного підключення максимальної контрольної напруги, а відповідно і після кожного її перетворення перетворювачем 9 (22) з інтервалом часу

перебільшувачим перехідні процеси у комутаторі 8 (21) та аналого-цифровому перетворювачі 9 (22) операційний блок 6 (19) записує до своєї пам'яті максимальні значення контрольного коду. Після перетворення максимальних контрольних напруг з виходу комутатора 7(20) та запису максимальних контрольних кодів до пам'яті операційного блока 6 (19) знімається сигнал з виходу 6-2 (19-2) блока 6 (19) і забезпечується запис блоком 6 (19) у своїй пам'яті сигналів імітації порушення вхідних ланцюгів аналогових датчиків, у вигляді логічної "1", з виходу блока 5 (18) контролю датчиків.

З виходу блока 5 (18), як було вище зазначено, до входу блока 3 (16) комутації частоти надходить сигнал логічної "1", який відключає входи операційного блока 6 (19) від виходів блока 2 (15) формувачів та підключає вихід блока 4 (17) керованої еталонної частоти до входу операційного блока 6 (19). При цьому максимальні еталонні частоти з виходу блока 4 (17) надходять до входу операційного блока 6 (19). Кількість частотних входів операційного блока 6 (19) відповідає кількості контролюємих частотних параметрів газотурбінного двигуна. Операційний блок 6 (19) послідовно або паралельно, при наявності у його процесорі багатоканальних перетворювачів частота (інтервал) - код, забезпечує перетворення максимальних еталонних частот, що надходять з виходу блока 4 (17) через блок 3 (16) комутації частоти у контрольний двійковий код. Після кожного підключення контрольної частоти, при послідовному перетворенні, а відповідно і після кожного її перетворення операційний блок 6 (19) записує до своєї пам'яті значення контрольного коду. Після перетворення операційним блоком 6 (19) еталонних частот та запису контрольних кодів до своєї пам'яті, забезпечує запис блоком 6 (19) до своєї пам'яті сигналів імітації порушення вхідних ланцюгів частотних датчиків, у вигляді логічної "1", з виходу блока 5 (18) контролю датчиків.

Потім операційний блок 6 (19) починає аналізувати раніш записану до пам'яті максимальну контрольну інформацію, яка перевищує межові значення параметрів газотурбінного двигуна, по алгоритмам допускового контролю і по результаті аналізу формує на своєму інформаційному виході 6-3 (19-3) послідовний двійковий код, який повинен бути у вигляді логічної "1" і який під дією тактової частоти, що надходить до послідовно-паралельного регістра 34 (39) блока 12 (24) формування команд з виходу 6-4 (19-4) операційного блока 6 (19) через комутатор 37 (42) блока 12 (24) записується в послідовно-паралельний регістр 34 (39) блока 12 (24) формування команд де послідовний двійковий код перетворюється в паралельний. Потім з виходу 6-5 (19-5) блока 6 (19) видається сигнал, який не проходить до регістра 35 (40) через елемент 38 (43) ТА блока 12 (24) формування команд у зв'язку з наявністю на його другому вході забороняючого сигналу з виходу 13-1 (25-1), що запобігає перезапис паралельного двійкового коду з регістра 34 (39) до регістра 35 (40) блока 12 (24), у зв'язку з чим вихідне становище регістра 35 (40) та вихідного каскаду 36 (41) блока 12 (24) не змінюється, тобто вихідні команди не видаються.

Після завершення подачі тактової частоти з виходу 6-4 (19-4) блока 6 (19) з його виходу 6-6 (19-6) до входу блока 13 (25) контролю поступає сигнал тривалістю достатньою для забезпечення появи на виході 13-4 (25-4) блока 13 (25) сигналу у вигляді логічного "0", який, в свою чергу, забезпечує проходження через комутатор 37 (42) блока 12 (24) формування команд тактової частоти з виходу 13-5 (25-5) блока 13 (25) до входу послідовно-паралельного регістра 34 (39) блока 12 (24). Під дією вхідної тактової частоти послідовний двійковий код з регістра 34 (39) блока 12 (24) формування команд переписується до блока 13 (25) контролю. Після завершення видачі тактової частоти з виходу 13-5 (25-5) на виході 13-4 (25-4) блока 13 (25) контролю з'явиться сигнал у вигляді логічної "1", який надходить до входу комутатора 37 (42) блока 12 (24) формування команд, що забезпечує проходження через нього тактової частоти з виходу 6-4 (19-4) блока 6 (19).

Переписаний двійковий код з регістра 34 (39) блока 12 (24) формування команд аналізується блоком 13 (25) контролю і якщо він відповідає максимальним значенням, тобто кожен розряд двійкового коду має значення у вигляді логічної "1", то на виході 13-6 (25-6) блока 13 (25) контролю 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 13-6 (25-6) блока 13 (25) контролю з'явиться сигнал несправності у вигляді логічного "0", який поступає до вихідного каскаду 36 (41) блока 12 (24) формування команд і запобігає видачі команд до блока 28 видачі команд управління і далі на його вихід до виконавчих елементів газотурбінного двигуна. Крім того сигнал несправності з виходу 13-6 (25-6) блока 13 (25) контролю поступає до операційного блока 26 і далі реєструється у блоці 27 накопичувача та передається до пульта 31 оперативного управління та контролю. Наявність сигналу несправності потребує ремонту системи.

Після завершення аналізу максимального контрольного коду з виходу 13-2 (25-2) блока 13 (25) контролю видається сигнал логічного "0" до блока 4 (17) керованої еталонної частоти та блока 11 (23) керованих еталонів, який забезпечує на виході блока 4 (17) мінімальні еталонні частоти, а на виході блока 11 (23) - мінімальні еталонні напруги, які не перевищують межові значення параметрів газотурбінного двигуна.

На виході 13-3 (25-3) блока 13 (25) контролю сигнал не змінюється і залишається у вигляді логічної "1" і відповідно не змінює режим роботи блока 5 (18) контролю датчиків, тобто на його виході отримуємо сигнали у вигляді логічної "1", які надходять до входів комутатора 7 (20), блока 3 (16) комутації частоти та операційного блока 6 (19).

З виходу 13-4 (25-4) блока 13 (25) контролю надходить сигнал, наприклад, у вигляді логічної "1" до входу комутатора 37 (42) блока 12 (24) формування команд, який забезпечує проходження через нього тактової частоти з виходу 6-4 (19-4) операційного блока 6 (19).

Далі роботу системи в режимі самоконтролю при мінімальних еталонних напругах на виході блока 11 (23) еталонів і мінімальних еталонних частотах на виході блока 4 (17) роздивимося у наступній послідовності по каналу операційного блока 6 (19).

Присутність сигналів у вигляді логічної "1" з виходу блока 5 (18) контролю датчиків на вході комутатора 7 (20) забезпечує проходження мінімальних еталонних напруг через комутатор 7 (20) до комутатора 8 (21) і в результаті на його вході встановлюються мінімальні контрольні значення постійної напруги. З виходу 6-2 (19-2) блока 6 (19) до входу комутатора 8 (21) надходять сигнали, наприклад, у вигляді двійкового коду

паралельного або послідовного, які забезпечують по чергові підключення мінімальних еталонних значень напруги з виходу комутатора 7 (20) через комутатор 8 (21) до аналого-цифрового перетворювача 9 (22), 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 9 (22) з інтервалом часу перебігшучим перехідні процеси у комутаторі 8 (21) та аналого-цифровому перетворювачі 9 (22) операційний блок 6 (19) записує до своєї пам'яті мінімальні значення контрольних кодів. Після перетворення мінімальних контрольних напруг з виходу комутатора 7 (20) та запису мінімальних контрольних кодів до пам'яті операційного блока 6 (19) знімається сигнал з виходу 6-2 (19-2) блока 6 (19) і забезпечується запис блоком 6 (19) у своїй пам'яті сигналів імітації порушення вхідних ланцюгів аналогових датчиків, у вигляді логічної "1", з виходу блока 5 (18) контролю датчиків.

З виходу блока 5 (18), як було вище зазначено, до входу блока 3 (16) комутації частоти надходить сигнал логічної "1", який забезпечує проходження мінімальної еталонної частоти блока 4 (17) до входу операційного блока 6 (19). При цьому мінімальні еталонні частоти з виходу блока 4 (17) надходять до входу операційного блока 6 (19). Операційний блок 6 (19) забезпечує перетворення мінімальних еталонних частот, що надходять з виходу блока 4 (17) через блок 3 (16) у контрольний двійковий код. Після кожного підключення мінімальної контрольної частоти, при послідовному перетворенні, а відповідно і після кожного її перетворення операційний блок 6 (19) записує до своєї пам'яті значення мінімального частотного контрольного коду. Після перетворення операційним блоком 6 (19) мінімальних еталонних частот та запису контрольних кодів до своєї пам'яті, забезпечує запис блоком 6 (19) до своєї пам'яті сигналів імітації порушення вхідних ланцюгів частотних датчиків у вигляді логічної "1" з виходу блока 5 (18) контролю датчиків.

Потім операційний блок 6 (19) починає аналізувати раніше записану до пам'яті мінімальну контрольну інформацію по алгоритмам допускового контролю і по результату аналізу формує на своєму інформаційному виході 6-3 (19-3) послідовний двійковий код, який повинен бути у вигляді логічного "0" і який під дією тактової частоти, поступаючої до регістра 34 (39), блока 12 (24) формування команд з виходу 6-4 (19-4) операційного блока 6 (19) через комутатор 37 (42) блока 12 (24) формування команд записується у послідовно-паралельний регістр 34 (39) блока 12 (24) де послідовний двійковий код перетворюється в паралельний. Потім з виходу 6-5 (19-5) блока 6 (19) видається сигнал, який не проходить до регістра 35 (40) через елемент 38 (43) ТА блока 12 (24) у зв'язку з наявністю на його другому вході забороняючого сигналу з виходу 13-1 (25-1) блока 13 (25) контролю, що запобігає перезапис паралельного двійкового коду з регістра 34 (39) до регістра 35 (40) блока 12 (24), у зв'язку з чим вихідне становище регістра 35 (40) та вихідного каскаду 36 (41) блока 12 (24) не змінюється, тобто вихідні команди не видаються.

Після завершення подачі тактової частоти з виходу 6-4 (19-4) операційного блока 6 (19) з його виходу 6-6 (19-6) до входу блока 13 (25) контролю поступає сигнал тривалістю достатньою для забезпечення появи на виході 13-4 (25-4) блока 13 (25) сигналу у вигляді логічного "0", який, в свою чергу, забезпечує проходження через комутатор 37 (42) блока 12 (24) формування команд тактової частоти з виходу 13-5 (25-5) блока 13 (25) до входу послідовно-паралельного регістра 34 (39) блока 12 (24). Під дією вхідної тактової частоти послідовний двійковий код з регістра 34 (39) блока 12 (24) переписується до блока 13 (25) контролю. Після завершення видачі тактової частоти з виходу 13-5 (25-5) на виході 13-4 (25-4) блока 13 (25) контролю з'явиться сигнал у вигляді логічної "1", який надходить до входу комутатора 37 (42) блока 12 (24) формування команд, що забезпечує проходження через нього тактової частоти з виходу 6-4 (19-4) блока 6 (19).

Переписаний двійковий код з регістра 34 (39) блока 12 (24) аналізується блоком 13 (25) контролю і якщо він відповідає мінімальним значенням, тобто кожен розряд двійкового коду має значення у вигляді логічного "0", то на виході 13-6 (25-6) блока 13 (25) контролю 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 13-6 (25-6) блока 13 (25) контролю з'явиться сигнал несправності у вигляді логічного "0", який поступає до вихідного каскаду 36 (41) блока 12 (24) формування команд і запобігає видачі команд до блока 28 і далі на його вихід до виконавчих елементів газотурбінного двигуна. Крім того сигнал несправності з виходу 13-6 (25-6) блока 13 (25) контролю поступає до операційного блока 26 і далі реєструється в блоці 27 накопичувача та передається до пульта 31 оперативного управління та контролю. Наявність сигналу несправності потребує ремонту системи.

Після завершення циклу самоконтролю на виході 13-3 (25-3) блока 13 (25) контролю устанавлюється сигнал у вигляді логічного "0" і забезпечує повернення блока 5 (18) до контролю вхідних ланцюгів аналогових та частотних датчиків.

Після зняття сигналу з виходу 13-3 (25-3) блока 13 (25) знімається сигнал з виходу 13-1 (25-1) блока 13 (25) і операційний блок 6 (19) переходить у режим вимірювання сигналів з датчиків, характеризуючих фізичний стан параметрів газотурбінного двигуна.

Після проведення циклу самоконтролю із зареєстрованих у пам'яті операційного блока 6 (19) результатів перетворення контрольних аналогових та частотних сигналів максимальних та мінімальних, а також сигналів імітованих порушень вхідних ланцюгів операційний блок 6 (19) формує кадр, маючий ознаку проведеного самоконтролю та інформацію, характеризуючу технічний стан вимірюючих аналогових та частотних каналів операційного блока 6 (19) і видає, наприклад, у вигляді послідовного двійкового адресного коду з виходу 6-7 (19-7) блока 6 (19) до входу операційного блока 26. Одержаний з виходу 6-7 (19-7) блока 6 (19) послідовний двійковий код операційний блок 26 перетворює його в двійкове значення зручне для запису у відповідні адреси блока 27 накопичувача.

Крім того операційний блок 26 одержуючи кадр, маючий ознаку проведеного самоконтролю та інформацію, характеризуючу технічний стан вимірюючих аналогових та частотних каналів операційного блока 6 (19) в реальному часі видає, наприклад, у вигляді різнополярного адресного коду, який приймається обчислювачем 46 через блок 47 приймання різнополярного коду пульта 31 оперативного управління та контролю.

Пульт 31 оперативного управління та контролю прийняту інформацію документує та відображає на блоці 45 відображення повідомлень, наприклад, у вигляді протоколу по якому видно мають місце чи ні порушення в вимірюючих каналах операційного блока 6 (19).

Як видно з вище зазначеного результати проведеного самоконтролю вимірюючих каналів аналогових та частотних операційного блока 6 (19) реєструються у блоці 27 накопичувача які потім, при необхідності, можуть також зчитуватись через операційний блок 26 за допомогою пульта 31 оперативного управління та контролю який через свій блок 49 на вхід операційного блока 26 по ланцюгу зв'язку видає сигнали, наприклад, у вигляді послідовного двійкового коду під впливом якого блок 26 переходить до режиму зчитування накопиченої інформації у блоці 27 і передачі її до обчислювача 46 через блок 44 пульта 31.

Пульт 31 оперативного управління та контролю прийняту інформацію документує та відображає на блоці 45 відображення повідомлень, наприклад, у вигляді протоколу по якому видно мають місце чи ні порушення в вимірюючих каналах операційного блока 6 (19).

Контроль функціонування системи може здійснюватись також за запитами, наприклад, як з пульта 31 оперативного управління та контролю чи місця бортінженера так і автоматизованої системи контролю параметрів літака за описаним вище алгоритмом.

Після завершення циклу самоконтролю операційні блоки 6 та 19 переходять до режиму вимірювання сигналів з датчиків, характеризуючих фізичний стан параметрів газотурбінного двигуна.

При відсутності порушень ланцюгів аналогових датчиків операційних блоків 6 та 19 системи з виходу блока 5 до входу комутатора 7 надходять сигнали у вигляді логічного рівня "0", які підключають виходи блока 10 узгодження до комутатора 8, а при відсутності порушень ланцюгів тих же аналогових датчиків системи з виходу блока 18 до входу комутатора 20 надходять сигнали у вигляді логічного рівня "0", які підключають виходи блока 10 узгодження до комутатора 21.

При непрацюючому двигуні, наприклад, перед його запуском на блоці 44 набору команд пульта 31 оператором набираються команди, які через обчислювач 46 надходять на блок 48 формування різнополярного коду де команди блока 44 перетворюються у послідовний адресний різнополярний двійковий код і подаються на вхід операційного блока 26.

Під впливом послідовного адресного різнополярного двійкового коду операційний блок 26 переходить у режим, який через блок 32 формування команд переналагодження впливає на систему регулювання газотурбінного двигуна.

При цьому режимі з виходу блока 26 до входу блока 32 надходить, наприклад, послідовний двійковий код, який в ньому перетворюється у паралельний двійковий код. Унаслідок перетворення на виході блока 32 з'являються сигнали, наприклад у вигляді напруги плюс 27 вольт, які впливають на відповідні елементи системи регулювання газотурбінного двигуна унаслідок чого вона переналагоджується на один з режимів "бойовий" чи "учбовий".

Вихідні команди блока 32 у вигляді бортової напруги полюс 27 вольт одночасно надходять до входу блока 33 контролю команд переналагодження. Блок 33 забезпечує гальванічну розв'язку бортової мережі між блоками 32 та системою регулювання газотурбінного двигуна і напруги живлення блоків і елементів даної системи для забезпечення її перешкодостійкості, а також по сигналу з операційного блока 26 формує на своєму виході, наприклад, однополярний послідовний двійковий код (характеризує стан вихідних управляючих сигналів переналагодження), який надходить до входу операційного блока 26 і реєструється в його пам'яті, а потім переписується у відповідні адреси накопичувача блока 27.

Крім того операційний блок 26 одержуючи від блока 33 однополярний послідовний двійковий код, відображаючи видачу сигналів переналагодження, у реальному часі видає, наприклад, у вигляді різнополярного адресного коду, який приймається обчислювачем 46 через блок 47 приймання різнополярного коду пульта 31 оперативного управління та контролю.

Пульт 31 оперативного управління та контролю прийняту інформацію про видачу сигналів переналагодження документує та відображає на блоці 45 відображення повідомлень.

Як видно з вище зазначеного сигнали переналагодження системи регулювання газотурбінного двигуна реєструються у блоці 27 накопичувача які потім, при необхідності, можуть також зчитуватись через операційний блок 26 за допомогою пульта 31 оперативного управління та контролю який через свій блок 49 на вхід операційного блока 26 по ланцюгу зв'язку видає сигнали, наприклад, у вигляді послідовного двійкового коду під впливом якого блок 26 переходить до режиму зчитування накопиченої інформації у блоці 27 і передачі її до обчислювача 46 через блок 49 пульта 31.

Пульт 31 оперативного управління та контролю прийняту інформацію документує та відображає на блоці 45 відображення повідомлень, наприклад, у вигляді протоколу по якому видно мали місце чи ні сигнали переналагодження системи регулювання газотурбінного двигуна.

Після переналагодження системи регулювання газотурбінного двигуна на "бойовий" чи "учбовий" режим оператор, набираючи відповідні команди на блоці 44 переводить пульт 31 оперативного управління та контролю в режим відображення інформації про стан параметрів газотурбінного двигуна та самої системи на блоці 45, що надходить від операційного блока 26, після чого запускається двигун і сигнали з датчиків надходять на дану систему.

Розглянемо роботу системи у режимі проведення контролю сигналів, характеризуючих фізичний стан параметрів газотурбінного двигуна, наприклад вимірюючого каналу операційного блока 6 (в дужках будуть зазначені відповідні блоки вимірюючого каналу операційного блока 19).

Сигнали від аналогових датчиків контролюємих параметрів газотурбінного двигуна (на кресленні не показані) надходять до блока 10 узгодження, де здійснюється узгодження вихідних характеристик датчиків та нормалізація вхідних сигналів з датчиків і видачі нормалізованих сигналів у вигляді постійної напруги, зручної для перетворення як у цифрову форму, так і для функціонування блоків 5 та 18 контролю датчиків, через комутатори 7 і 20 на входи комутаторів 8 та 21 відповідно. Кількість каналів у блоці 10 відповідає кількості підключених до його входу датчиків. З виходу блока 10 узгодження сигнали, величини яких пропорційні сигналам з датчиків (порушення вхідних ланцюгів відсутні), надходять до блока 5 (18) з виходу якого до входів блока 6 (19), та комутатора 7 (20) надходять сигнали логічного рівня "0", які свідчать про відсутність порушення вхідних ланцюгів. Окрім того, сигнали з виходу блока 10 через комутатор 20

надходять також до комутатора 21. Величини напруг на виходах блока 10 змінюються пропорційно зміні контролюваних параметрів газотурбінного двигуна.

Процес вимірювання, обробки, формування вихідних керуючих команд, реєстрація на накопичувачі виданих системою керуючих команд та інформації про стан параметрів газотурбінного двигуна, а також видача команд системою при працюючому газотурбінному двигуні здійснюється у наступному порядку.

При працюючому газотурбінному двигуні сигнали від аналогових датчиків вхід 1 надходять до блоку 10 узгодження, які перетворюються у завданий рівень постійної напруги зручної як для аналого-цифрового перетворення, так і для використання блоком 5 (18) контролю датчиків. Канали контролю датчиків блока 5 (18) налагоджуються на рівень напруги нижче чим рівень напруги, який відповідає, наприклад, польовому рівню тиску у магістралях повітряних, паливних та масляних двигуна. Канали блока 5 (18) контролю датчиків підключаються до ланцюгів датчиків через блок 10 узгодження. При порушенні вхідних ланцюгів аналогових датчиків або відмові відповідного каналу блока 10 з виходу блока 5 (18) видаються сигнали до комутатора 7 (20) для підключення відповідного еталону блока 11 (23) до комутатора 8 (21) і далі до аналого-цифрового перетворювача 9 (22) та до операційного блока 6 (19) для забезпечення реєстрації порушення вхідного ланцюга датчика.

Від частотних датчиків вхід 2 (3) перемінний сигнал, пропорційний частоті обертання ротору двигуна, наприклад, високого та низького тиску, надходить до блоку 2 (15) формувачів, який формує, наприклад, однополярні прямокутні імпульси, які надходять до блока 3 (16) комутації частоти. Ланцюги частотних датчиків підключені до блока 5 (18) контролю датчиків. Канали контролю частотних датчиків блока 5 (18) при порушенні вхідних ланцюгів видають сигнали до операційного блока 6 (19) для забезпечення їх реєстрації та до блока 3 (16) комутації частоти для підключення відповідні еталонної частоти блока 4 (17) до операційного блока 6 (19).

Подальший процес вимірювання, обробки, формування вихідних керуючих команд, реєстрація у накопичувачі виданих системою керуючих команд та інформації про стан параметрів газотурбінного двигуна, представлення оперативної інформації, а також видача команд системою при працюючому газотурбінному двигуні здійснюється у наступному порядку.

З виходу 6-2 (19-2) блока 6 (19) до входу комутатора 8 (21) надходять сигнали, які забезпечують почергове підключення нормалізованих напруг з виходу комутатора 7 (20) через комутатор 8 (21) до аналого-цифрового перетворювача 9 (22), в якому постійна напруга перетворюється у двійковий код, величина якого пропорційна значенню контролюемого параметра. Після кожного підключення нормалізованої напруги, а відповідно і після кожного її перетворення перетворювачем 9 (22) з інтервалом часу перебільшуючим перехідні процеси у комутаторі 8 (21) та аналого-цифровому перетворювачі 9 (22) операційний блок 6 (19) записує до своєї пам'яті значення двійкового коду, характеризуючого фізичний стан параметрів газотурбінного двигуна. Після завершення перетворення сигналів з блока 10 узгодження та запису результатів перетворення до пам'яті блока 6 (19) припиняється подача кодових комбінацій по ланцюгу 6-2 (19-2) з блока 6 (19) до комутатора 8 (21) і забезпечується запис сигналів (при порушеннях ланцюгів датчиків сигнал буде у вигляді логічної "1") з виходу блока 5 (18) контролю датчиків до пам'яті блока 6 (19).

Після завершення функціонування вимірюючого каналу аналогових параметрів операційного блока 6 (19) по контролю параметрів газотурбінного двигуна, функціонує вимірюючий канал вхід 2 (вхід 3) частотних датчиків, з'єднаний з операційним блоком 6 (19), у наступному порядку.

Сигнали від частотних датчиків вхід 2 (вхід 3) контрольованих параметрів (на кресленні не показані) у вигляді перемінної напруги, періоди проходження яких пропорційні числам обертів газотурбінного двигуна, надходять через блок 1 (14) конденсаторів до блока 2 (15) формувачів де і перетворюються в імпульси прямокутної форми. З блоку 2 (15) формувачів прямокутні імпульси надходять через блок 3 (16) комутації частоти до входу операційного блока 6 (19).

При відсутності відмов у ланцюгах частотних датчиків на вході операційного блока 6 (19) присутні послідовності прямокутних імпульсів, періоди яких пропорційні числу обертів частин, що обертаються, газотурбінного двигуна.

Унаслідок функціонування операційного блока 6 (19) за описаним вище алгоритмом перетворюються аналогові сигнали, які надходять з виходу блока 10 узгодження через комутатори 7 (20) та 8 (21), а також через перетворювач 9 (22) до входу блока 6 (19), у двійковий код, імпульсні послідовності, які надходять з виходу блока 3 (16), у двійковий код, а також сигнали, які свідчать про порушення в ланцюгах аналогових та частотних датчиків з виходу блока 5 (18) контролю датчиків, які фіксуються у пам'яті операційного блока 6 (19). Після проведення циклу реєстрації у пам'яті операційного блока 6 (19) результатів перетворення вхідних аналогових та частотних сигналів, а також стану вхідних ланцюгів операційний блок 6 (19) починає аналізувати раніш записану до пам'яті інформацію, що характеризує стан параметрів газотурбінного двигуна по алгоритмах допускового контролю.

Якщо один або декілька параметрів газотурбінного двигуна перший раз досягли свого максимального значення з виходу 6-1 (19-1) операційного блока 6 (19) надходить сигнал до входу блока 13 (25), під дією якого він починає функціонувати по описаному вище алгоритму самоконтролю. Після закінчення самоконтролю на виходах 13-1 (25-1), 13-4 (25-4) блока 13 (25) устновлюються сигнали у вигляді логічного рівня "1", які надходять до блока 12 (24) формування команд і через відповідні його елементи 37 (42), 38 (43) забезпечують проходження сигналів з виходів 6-4 (19-4), 6-5 (19-5) операційного блока 6 (19). Крім того при відсутності несправностей у вимірюючих каналах операційного блока 6 (19) на виході 13-6 (25-6) устновлюється сигнал логічного рівня "1", який забезпечує проходження сигналів з виходу блока 35 (40) до вихідного каскаду 36 (41) блока 12 (24).

Після завершення циклу самоконтролю за результатом вимірювання сигналів, що характеризують фізичний стан параметрів газотурбінного двигуна, операційні блоки 6 та 19 знову переходять до режиму вимірювання сигналів з датчиків.

Після проведення циклу реєстрації у пам'яті операційного блока 6 (19) результатів перетворення вхідних аналогових та частотних сигналів, а також стану вхідних ланцюгів операційний блок 6 (19) починає аналізувати раніше записану до пам'яті інформацію, що характеризує стан параметрів газотурбінного



двигуна по алгоритмам допускового контролю.

Якщо один або декілька тих же параметрів газотурбінного двигуна вдруге досягли свого максимального значення операційний блок 6 (19) формує на своєму інформаційному виході 6-3 (19-3) послідовний двійковий код у якому у відповідних розрядах устанавлюються логічні рівні "1". Послідовний двійковий код з виходу 6-3 (19-3) операційного блока 6 (19) під дією тактової частоти, поступаючої до регістру 34 (39) блока 12 (24) з виходу 6-4 (19-4) блока 6 (19) через комутатор 37 (42) блока 12 (24) записується у послідовно-паралельний регістр 34 (39) блока 12 (24) формування команд де послідовний двійковий код перетворюється в паралельний. Потім з виходу 6-5 (19-5) блока 6 (19) видається сигнал, який проходить до регістру 35 (40) через елемент 38 (43) ТА блока 12 (24) у зв'язку з наявністю на його другому вході сигналу з виходу 13-1 (25-1) блока 13 (25) контролю, який дозволяє перезапис паралельного двійкового коду з регістру 34 (39) до регістру 35 (40) блока 12 (24) формування команд.

Сигнали з виходу паралельного регістру 35 (40) через вихідний каскад 36 (41) блока 12 (24) формування команд поступають на вхід блока 28 видачі команд управління у якому включаються відповідні електронні ключі або електромеханічні реле тих параметрів які досягли свого граничного (межового) 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. і цикл вимірювання параметрів та видача керуючих команд, при перевищенні параметрами свого межового значення, повторюється.

Крім того сигнал, який свідчить, що газотурбінний двигун працює, з виходу каскаду 36 (41) блока 12 (24) поступає до блоку 29 управління видачею команд і блокує його роботу.

Таким чином, на виконавчі елементи та системи газотурбінного двигуна команди (сигнали) про досягнення граничних (межових) рівнів обмеження параметрів потрапляють тільки після автоматичного проходження самоконтролю, відсутності відмов у вимірюючих каналах та ланцюгах датчиків і тільки при наступному підтвердженні досягнення параметром свого межового значення.

Після завершення формування керуючих команд для включення агрегатів газотурбінного двигуна із зареєстрованих у пам'яті операційного блока 6 (19) результатів перетворення вхідних аналогових та частотних сигналів, а також стан вхідних ланцюгів операційний блок 6 (19) формує кадр, що має інформацію характеризуючу фізичний стан параметрів газотурбінного двигуна, ланцюгів його датчиків та технічний стан самої системи і видає, наприклад, у вигляді послідовного двійкового адресного коду з виходу 6-7 (19-7) блока 6 (19) до входу операційного блока 26.

Отриманий з виходу 6-7 або 19-7 блока 6 або 19 відповідно послідовний двійковий код (в залежності від організації прийому інформації, з одного каналу чи з двох одночасно, а також в залежності від наявності відмов в каналах) операційний блок 26 перетворює його в двійкове значення зручне для запису у відповідні адреси накопичувача блока 27.

Крім того операційний блок 26 одержуючи кадр, що має інформацію характеризуючу фізичний стан параметрів газотурбінного двигуна, ланцюгів його датчиків та технічний стан самої системи в реальному часі видає, наприклад, у вигляді різнополярного адресного коду, який приймається обчислювачем 46 через блок 47 приймання різнополярного коду пульта 31 оперативного управління та контролю.

Пульт 31 оперативного управління та контролю прийняту інформацію документує та відображає на блоці 45 відображення повідомлень, наприклад, у вигляді графіків та фізичних значень параметрів газотурбінного двигуна.

Як видно з вище зазначеного результати проведеного контролю параметрів газотурбінного двигуна по каналам операційного блока 6 (19) реєструються у блоці 27 накопичувача які потім, при необхідності, можуть також зчитуватися через операційний блок 26 за допомогою пульта 31 оперативного управління та контролю який через свій блок 49 на вхід операційного блока 26 по ланцюгу зв'язку видає сигнали у вигляді послідовного двійкового коду під впливом якого блок 26 переходить до режиму зчитування накопиченої інформації у блоці 27 і передачі її до обчислювача 46 через блок 49 пульта 31.

Пульт 31 оперативного управління та контролю прийняту інформацію документує та відображає на блоці 45 відображення повідомлень, наприклад, у вигляді графіків та фізичних значень параметрів газотурбінного двигуна.

Цим і завершується цикл запису параметрів газотурбінного двигуна, стан ланцюгів датчиків та технічний стан вимірюючих каналів системи у накопичувач блока 27 та їх перегляду оператором на блоці 45 пульта 31 оперативного управління та контролю, після чого цикл роботи системи повторюється.

Наявність ідентичної інформації з виходів 6-7 блока 6 та 19-7 блока 19 на вході операційного блока 26 дозволяє забезпечити високу надійність накопичення інформації у блоці 27 про фізичний стан параметрів газотурбінного двигуна та її перегляд на блоці 45 блока 31.

Реєстрація вихідних команд управління системи виконується у наступному порядку.

При працюючому двигуні вихідні команди, наприклад, у вигляді бортової напруги, величина якої може бути, наприклад, полюс 27 вольт, з блока 28 надходять на виконавчі елементи і одночасно надходять до входу блока 30 контролю команд управління. Блок 30 забезпечує гальванічну розв'язку бортової мережі літака і напруги живлення блоків і елементів даної системи для забезпечення її перешкодостійкості, а також по сигналу з операційного блока 26 формує на своєму виході, наприклад, однополярний послідовний двійковий код (характеризує стан вихідних управляючих команд системи), який надходить до входу операційного блока 26 і реєструється в його пам'яті, а потім переписується у відповідні адреси накопичувача блока 27 та передається до пульта 31 для перегляду в реальному часі.

Цим і завершується цикл запису параметрів газотурбінного двигуна, стан ланцюгів датчиків, стан вихідних управляючих команд системи та технічний стан самої системи у накопичувач блока 27 та перегляду на блоці 45 пульта 31 після чого цикл роботи системи повторюється.

Після завершення випробувань газотурбінного двигуна інформація, яка була зареєстрована у пам'яті обчислювача 46 пульта 31 за командами блока 44 відображається на блоці 45 пульта 31 і якщо вона відповідає технічним вимогам то документується у відповідній формі, а якщо необхідне порівняння параметрів двигуна даних випробувань з попередніми випробуваннями тоді оператором проводиться зчитування інформації попередніх випробувань накопичених у блоці 27 через операційний блок 26 за допомогою пульта 31 оперативного управління та контролю.

Пульт 31 оперативного управління та контролю прийняту інформацію документує та відображає на блоці 45 відображення повідомлень, наприклад, у вигляді графіків та фізичних значень параметрів газотурбінного двигуна та проводиться порівняння з інформацією останніх випробувань.

Одержана на випробуваннях інформація перевіряється на відповідність двигуна технічним вимогам, аналізується стан вихідних команд системи, стан параметрів газотурбінного двигуна і ланцюгів їх датчиків і по результату аналізу визначається або необхідність проведення різноманітних профілактичних (ремонтних) заходів або послідовна передача газотурбінного двигуна в експлуатацію.

При непрацюючому двигуні, наприклад, на етапі виробництва та випробувань газотурбінного двигуна чи після його капітального ремонту, а також при проведенні регламентних робіт, пошуку відмов у ланцюгах виконавчих елементів чи перевірці функціонування самих виконавчих елементів (агрегатів) газотурбінного двигуна використовується пульт 31 оперативного управління та контролю який на вхід операційного блока 26 по лінії зв'язку видає послідовність різнополярного двійкового коду, під впливом якого блок 26 переходить у режим контролю стану вихідних ланцюгів системи та видачі кодових посилок до блоку 29 управління видачею команд.

При непрацюючому газотурбінному двигуні команди у вигляді напруги плюс 27 вольт на виході блока 28 повинні бути відсутні. Видача команд блоком 28 свідчить про його несправність. Для визначення справності системи по видачі команд блок 31 видає кодові посилки і блок 26 переходить у режим контролю наявності вихідних команд блока 28. Далі система працює за описаним вище алгоритмом контролю команд управління при працюючому двигуні.

Після завершення циклу контролю вихідних команд блок 26, наприклад, видає команду через блок 47 у обчислювач 46 блока 31, який в свою чергу, видає через блок 48 кодову посилку у блок 26 для зчитування зафіксованої інформації і подальшого визначення наявності видачі помилкових команд системою. У випадку видачі блоком 28 помилкових команд система бракується і замість устанавлюється справна система.

Для перевірки видачі команд блоком 28 системи, при непрацюючих двигунах, а також для перевірки працездатності виконавчих елементів газотурбінного двигуна і ланцюгів зв'язку з ними, наприклад, перед випробуваннями, при виконанні регламентних робіт чи перевірці бортових ланцюгів та працездатності агрегатів при виконанні регламентних робіт в експлуатації на літаку чи після капітального ремонту двигуна оператором на блоці 44 набираються команди, які через обчислювач 46 поступають на блок 48 і далі подаються на вхід операційного блока 26, який потім переходить у режим роботи з блоком 29 управління видачею команд. При цьому режимі з виходу блока 26 до входу блока 29 надходить, наприклад, послідовний двійковий код, який в ньому перетворюється у паралельний двійковий код. Унаслідок перетворення на виході блока 29 з'являються сигнали, які впливаючи на відповідні вихідні елементи блока 28, наприклад, на реле, у наслідку чого реле спрацьовує, замикає свої контакти і на виході блока 28, а відповідно і на виході системи з'являється команда, наприклад, у вигляді напруги плюс 27 вольт. Наявність команди на виході системи свідчить про справність блока 28 системи, а відсутність команд свідчить про відмову системи. Вихідні команди блока 28 при справності ланцюгів зв'язку включають відповідні агрегати літака чи двигуна.

Спрацьовування агрегату свідчить про справність його самого і лінії зв'язку з ним. У випадку не спрацювання агрегату з'ясовується причина відмови, яка полягає у перевірці наявності вихідної команди з блока 28 (перевіряється за описаним вище алгоритмом контролю видачі управляючих команд при працюючому двигуні), лінії зв'язку і функціонування самого агрегату. Виявленні несправності усуваються. Для визначення наявності вихідної команди, а відповідно і справності системи підключений до блока 26 пульт 31 видає кодові посилки і блок 26 переходить у режим контролю наявності вихідних команд з блока 28.

Далі система працює за описаним вище алгоритмом контролю команд управління при працюючому двигуні. Цим і закінчується перевірка системи, агрегатів двигуна та літака і ліній зв'язку з ними.

Для надійного запобігання видачі помилкових команд управління блоком 29, при працюючому двигуні, на його входи з виходів блоків 12 та 24 надходять сигнали, наприклад, у вигляді логічного "0" які блокують роботу блока 29. Цим і запобігається несанкціонований вплив блока 29 на роботу блока 28 видачі команд управління при працюючому двигуні.

Надане технічне рішення забезпечує надійне випробування газотурбінного двигуна на різних режимах його роботи та перегляд в реальному часі параметрів газотурбінного двигуна.

Очікуваний винахід дозволяє підвищити безпеку випробувань за рахунок виключення аварійних ситуацій на стенді чи літаку за допомогою проведення самоконтролю вимірюючих каналів системи перед видачею команд на виконавчі агрегати та перегляду в реальному часі параметрів двигуна при його роботі.

Надане технічне рішення за рахунок забезпечення надійного накопичення інформації за увесь період випробувань, яка характеризує технічний стан параметрів газотурбінного двигуна, стан ланцюгів датчиків, стан вихідних команд системи, а також технічний стан самої системи дозволить забезпечити надійне випробування газотурбінного двигуна, скоротити час на усунення відмов в обладнанні двигуна, літака та ланцюгів датчиків і як наслідок підвищити надійність, знизити вартість випробувань двигуна та скоротити строк випробувань.

Крім того проведення контролю видачі команд з виходу системи і видачі команд системою для перевірки функціонування різних агрегатів і їх ліній зв'язку при непрацюючому двигуні дозволить визначити який конкретно виконавчий агрегат у відмові, або визначити відмову у відповідному ланцюгу агрегату двигуна, і як наслідок скоротити час пошуку відмов агрегатів і їх ланцюгів.

Запропоноване технічне рішення також дозволяє забезпечити високу функціональну надійність системи (забезпечується незалежним резервуванням трактів вимірювання обертів та оптимальним поблочовим резервуванням вимірюючого тракту аналогових датчиків з забезпеченням в кожному каналі повної інформації про стан газотурбінного двигуна), перешкодостійкість та достовірність контролю параметрів (забезпечується незалежним автоматичним контролем функціонування, з видачею контрольних кодів, при порушеннях вхідних ланцюгів частотних і аналогових датчиків).

Як видно з вищевказаного, запропоноване технічне рішення має високу функціональну надійність,

достовірність контролю параметрів, перешкодостійкість та розширені функціональні можливості, що забезпечує безпечність випробувань газотурбінного двигуна.

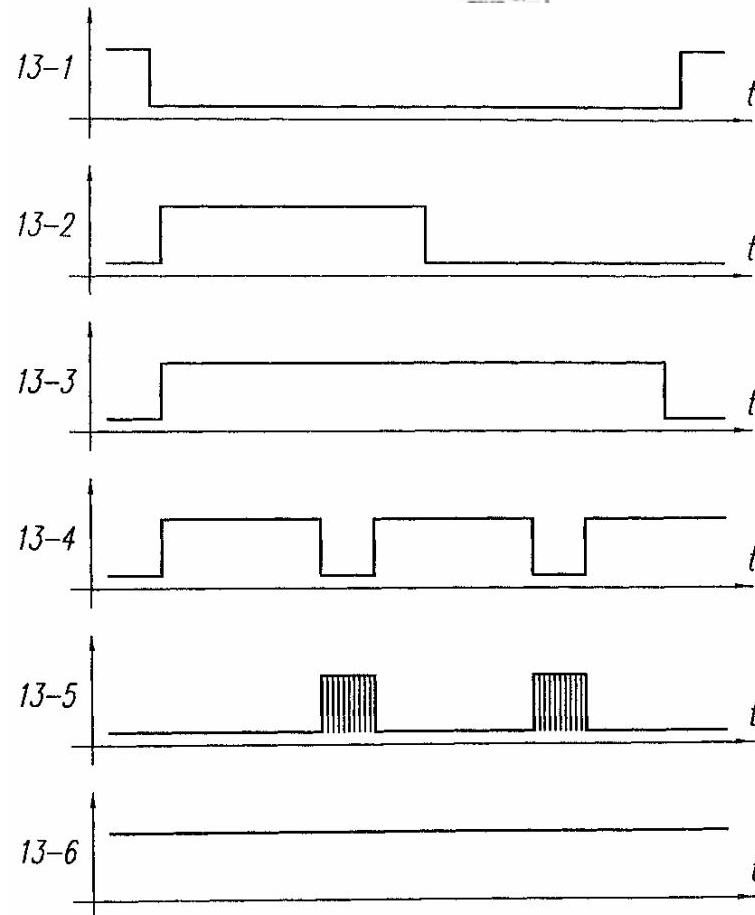
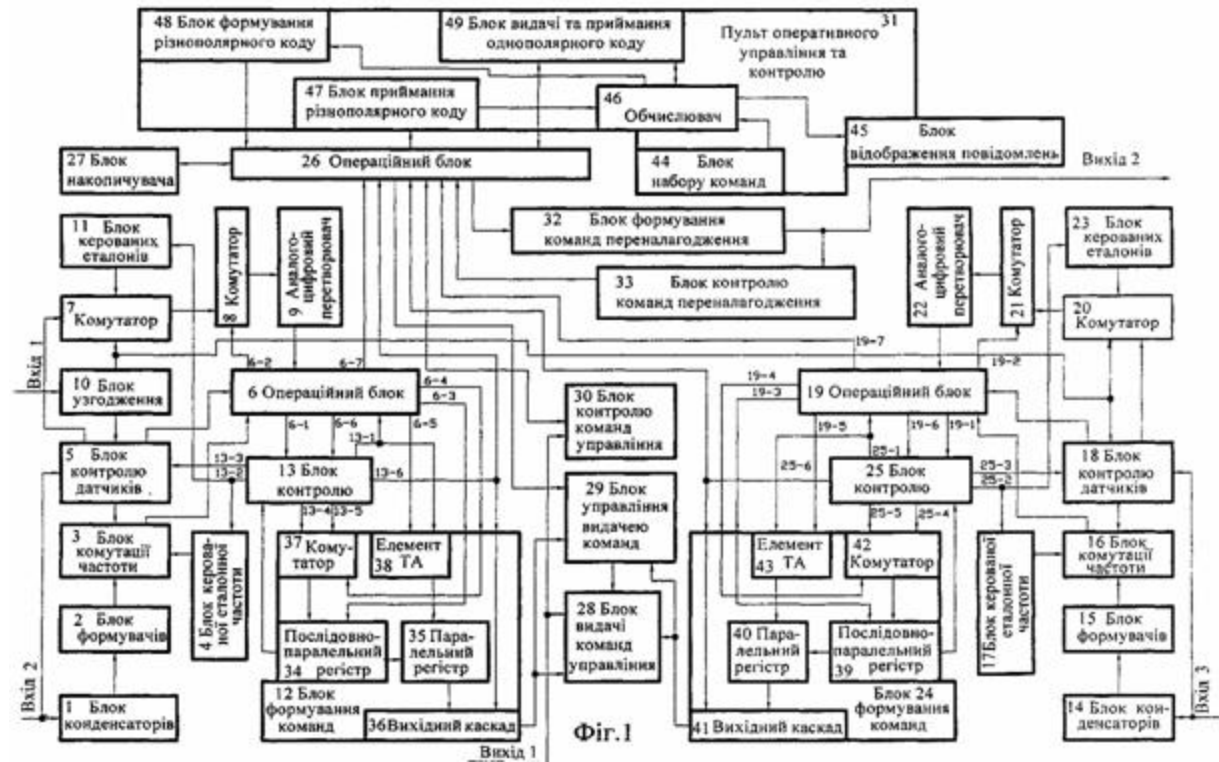


Fig. 2