

Изобретение относится к области температурных измерений, предназначено для контроля температуры газов газотурбинного двигателя посредством термоэлектрического преобразователя с компенсацией термо-ЭДС свободного спаия преобразователя и может быть использовано в системах управления работой газотурбинного двигателя.

Известно устройство для контроля температуры газов газотурбинного двигателя, содержащее термоэлектрический преобразователь, усилитель сигнала, состоящий из последовательно включенных модулятора, усилителя переменного тока и демодулятора, парафазный генератор, первый выход которого соединен с управляющими входами демодулятора и модулятора, первый вход которого соединен с выводами термоэлектрического преобразователя, второй вход подключен к выходу схемы опорного напряжения, а третий вход соединен с выходом схемы термокомпенсации, коммутатор фазы, вход которого соединен с вторым выходом парафазного генератора, а выход подключен к первому входу схемы опорного напряжения, первый и второй элементы И-НЕ, первый и второй элементы И, элемент ИЛИ-НЕ, ячейки памяти, первый и второй ключи, индикатор, исполнительный механизм, схему отказа, формирователь, компаратор, формирователь сигналов контроля и датчик эталонной температуры, выход которого подключен к первому входу компаратора, второй вход которого соединен с выходом демодулятора, первый выход соединен с первыми входами первого элемента И-НЕ, ячейки памяти, формирователя и коммутатора фазы, а второй выход компаратора соединен с вторыми входами ячейки памяти, коммутатора фазы и формирователя, первый выход которого соединен с первым входом схемы отказа, первый выход которой соединен с первыми входами второго элемента И-НЕ и второго элемента И, третьим входом формирователя и вторым входом схемы опорного напряжения, второй выход соединен с четвертым входом формирователя, а второй и третий входы схемы отказа соединены соответственно с первым выходом формирователя сигналов контроля и третьим входом ячейки памяти, соединенным с вторым выходом формирователя сигналов контроля, вход которого подключен к второму выходу парафазного генератора, а третий и четвертый выходы которого соединены соответственно с четвертым входом ячейки памяти и вторым входом второго элемента И, соединенного с четвертым входом схемы отказа, первым выходом формирователя, первым входом первого элемента И-НЕ и пятым входом ячейки памяти, выход которого соединен с первым входом элемента ИЛИ-НЕ, второй выход которого соединен с вторым входом первого элемента И, а второй вход подключен к выходу первого элемента И-НЕ, второй вход которого соединен с пятым выходом формирователя сигналов контроля, третьим входом второго элемента И и вторым входом второго элемента И-НЕ, выход которого подключен к третьему входу первого элемента И, при этом исполнительный механизм подключен к выходу первого элемента И через первый ключ, а индикатор подключен к выходу второго элемента И через второй ключ.

Недостатком устройства является то, что в нем

возможна выдача ложного сигнала о превышении заданной температуры, если компаратор становится неисправным после проведения контроля работоспособности в промежутке времени между очередными циклами контроля работоспособности.

Другим существенным недостатком указанного устройства является то, что это устройство при неисправном компараторе прекращает выдачу ложного сигнала о превышении заданной температуры газов только на промежуток времени между очередными циклами контроля работоспособности, а во время проведения последующего, очередного цикла контроля работоспособности кратковременно, на время действия сигнала ОИЗапрета, устройством будет выдаваться ложный сигнал о превышении заданной температуры газов, если неисправность компаратора не устранилась и он продолжает выдавать вследствие неисправности ложный сигнал о превышении заданной температуры газов.

Целью изобретения является снижение погрешности контроля за счет предотвращения формирования ложных сигналов о превышении заданного значения температуры. Поставленная цель достигается тем, что в известное устройство для контроля температуры газов газотурбинного двигателя, содержащее термоэлектрический преобразователь, последовательно соединенные первый элемент И-НЕ, элемент ИЛИ-НЕ и первый элемент И, второй вход которого подключен к выходу второго элемента И-НЕ, усилитель сигнала, состоящий из последовательно соединенных модулятора, усилителя переменного тока и демодулятора, выход которого подключен к первому входу компаратора, второй вход которого соединен с датчиком эталонной температуры, а первый выход соединен с первыми входами первого элемента И-НЕ, ячейки памяти, коммутатора фазы и формирователя, второй выход компаратора соединен со вторыми входами ячейки памяти, формирователя и коммутатора фазы, оставшийся вход которого соединен с одним из входов парафазного генератора, подключенным также к одному из входов формирователя сигналов контроля, другой выход парафазного генератора подключен к управляющим входам модулятора и демодулятора усилителя сигнала, а выход коммутатора фазы соединен с первым входом схемы опорного напряжения, выход которой подключен ко второму входу модулятора усилителя сигнала, третий вход которого соединен со схемой термокомпенсации, а два оставшихся входа подключены к соответствующим выходам термоэлектрического преобразователя, второй вход формирователя сигналов контроля является шиной внешнего запуска контроля, вход установки "0" формирователя сигналов контроля подключен к первым входам первого и второго элементов И и, к третьему входу ячейки памяти и к одному из входов схемы отказа, первый выход которой соединен с оставшимся входом схемы опорного напряжения, с третьим входом формирователя и со вторым входом второго элемента И, третий вход которого соединен с выходом запрета формирователя сигналов контроля, выход контроля которого подключен к соответствующему входу схемы отказа, выходы опроса и окончания цикла формирователя сигналов контроля соединены с соответствующими четвертым и пятым входами ячейки памяти, согласно изобретению введены схема совпадения,

формирователь запуска контроля и дополнительная ячейка памяти, выход которой соединен со вторым входом второго элемента И-НЕ и первым входом формирователя запуска контроля, второй вход которого соединен с первым выходом компаратора и с первым входом дополнительной ячейки памяти, третий вход формирователя запуска контроля соединен с первым выходом парафазного генератора, четвертый вход соединен со вторым выходом схемы отказа, подключенным также ко второму входу дополнительной ячейки памяти, третий вход которой соединен с выходом запоминания формирователя сигналов контроля, четвертый вход дополнительной ячейки памяти соединен со входом установки "0" формирователя сигналов контроля, четвертый вход дополнительной ячейки памяти соединен со входом установки "0" формирователя сигналов контроля, пятый вход-с выходом запрета формирователя сигналов контроля и первым входом схемы совпадения, второй вход которой соединен с пятым входом формирователя и первым выходом ячейки памяти, второй выход которой соединен с шестым входом формирователя, выход неисправности формирователя сигналов контроля соединен с первым входом второго элемента И-НЕ, четвертым входом формирователя и третьим входом схемы совпадения, два выхода схемы совпадения подключены соответственно к оставшимся входам первых элементов И-НЕ и ИЛИ-НЕ, а выход формирователя запуска контроля подключен к оставшемуся входу формирователя сигналов контроля.

Введенные схема совпадения, дополнительная ячейка памяти и формирователь запуска контроля реализованы на элементах известной элементной базы.

Повышение достоверности выдаваемой информации достигнуто:

за счет предотвращения выдачи ложных сигналов о превышении заданной температуры газов неисправным компаратором в промежутке времени между очередными циклами контроля работоспособности путем дополнительного проведения контроля работоспособности в момент возникновения на выходе компаратора сигнала о превышении заданной температуры;

за счет прекращения выдачи ложных сигналов неисправного компаратора о превышении заданной температуры во время проведения каждого очередного цикла контроля работоспособности путем подключения выхода схемы отказа к одному из входов введенной дополнительной ячейки памяти, выход которой подключен к одному из входов второго элемента И-НЕ.

На фиг.1 приведена структурная схема предлагаемого устройства; на фиг.2 - структурные схемы парафазного генератора, усилителя сигнала, датчика эталонной температуры, компаратора, коммутатора фазы, схемы опорного напряжения и схемы термокомпенсации; на фиг.3 - структурные схемы формирователя, схемы совпадения, схемы отказа, схемы опорного напряжения и схемы термокомпенсации; на фиг.4 - структурная схема формирователя сигналов контроля; на фиг.5 - временная диаграмма работы формирователя сигналов контроля; на фиг.6 - временная диаграмма работы усилителя сигнала, датчика эталонной температуры, компаратора,

коммутатора фазы, схемы опорного напряжения, схемы термокомпенсации, формирователя, схемы отказа, формирователя запуска контроля.

Устройство для контроля температуры газов газотурбинного двигателя (фиг.1) содержит термоэлектрический преобразователь 1, схему 2 термокомпенсации, датчик 3 эталонной температуры, парафазный генератор 4, формирователь 5 сигналов контроля, усилитель 6 сигнала, компаратор 7, коммутатор 8 фазы, схему 9 опорного напряжения, элемент И-НЕ 10, схему 11 совпадения, ячейку 12 памяти, формирователь 13, схему 14 отказа, элемент И-НЕ 15, элемент И 16, элемент И-НЕ 17, дополнительную ячейку 18 памяти, формирователь 19 запуска контроля, элемент И 20, шину 21 запуска контроля, шину 22 установки "0".

В момент выдачи компаратором 7 сигнала о превышении заданного значения температуры посредством введенного формирователя 19 запуска контроля производится запуск формирователя 5 сигналов контроля. Сигналами управления с выхода последнего в виде последовательности импульсов, поступающих на входы ячейки 12 памяти, схемы 14 отказа, введенных схемы 11 совпадения и дополнительной ячейки 18 памяти, обеспечивается проведение контроля работоспособности.

Когда устройство исправно, то после поступления сигнала управления срабатывает дополнительная ячейка 18 памяти и ее выходной сигнал через второй элемент И-НЕ 17 поступает на один из входов первого элемента И 16 и разрешает последнему формировать сигнал о превышении заданного значения температуры.

Если устройство неисправно, то под воздействием сигнала отказа с выхода схемы 14 отказа после поступления сигнала управления дополнительная ячейка 18 памяти не срабатывает и остается в исходном состоянии. Вследствие этого с выхода последней через элемент И-НЕ 17 на один из входов элемента И 16 продолжает подаваться сигнал, запрещающий последней формировать ложный сигнал о превышении заданного значения температуры.

Как показано на фиг.3 в дополнительной ячейке 18 памяти один вход элемента И 48 подключен к выходу схемы 14 отказа устройства, другой вход - к первому выходу компаратора 7 устройства, подключенного также к одному из входов формирователя 47 дополнительной ячейки 18 памяти, а выход - к J входу триггера 50 и через элемент НЕ 49 к K-входу триггера 50, T-вход которого соединен с выходом 5 - 5 (запоминания) формирователя 5 сигналов контроля, R-вход - к выходу формирователя 47 дополнительной ячейки 18 памяти, второй вход которого подключен к выходу 5 - 3 (запрета) формирователя 5 сигналов контроля, третий вход - к шине 22 установки "0", а выход Q триггера 50 подключен к одному из входов введенного формирователя 19 запуска контроля и к одному из входов элемента И-НЕ 17, другой вход которого соединен с выходом 5 - 7 (неисправность) формирователя 5 сигналов контроля, а выход - со вторым входом первого элемента И 16 устройства.

Такой состав схемы 11 совпадения, дополнительной ячейки 18 памяти, формирователя 19 запуска контроля и их подключение к остальным элементам устройства при возникновении на выходе компаратора 7 сигналов о превышении заданного значения температуры позволяет:

сформировать сигнал запуска контроля работоспособности и произвести запуск формирователя 5 сигналов контроля;

произвести контроль работоспособности без изменения состояния выходного сигнала устройства;

сформировать выходной сигнал о превышении заданного значения температуры, если компаратор 7 исправен, и запретить формирование и выдачу сигнала о превышении заданного значения температуры, если компаратор 7 неисправен;

использовать сигнал неисправности формирователя 5 сигналов контроля для формирования выходного сигнала о превышении заданного значения температуры газов, если формирователь 5 сигналов контроля неисправен.

В момент включения питания (источники питания $-En1, +En2, +En3 (+5B)$ на чертеже не показаны) по нише 22 установки "0" сигнал ОИ Установки "0" уровнем логического "0" (см. фиг.5з) поступает на входы элементов И 16 и И 20 (см. фиг.1) и предотвращает возможность ложного срабатывания исполнительного механизма и индикатора (на чертеже не показаны) в момент включения питания.

Сигнал ОИ Установки "0" поступает также на вход R триггера 38 ячейки 12 памяти, на вход R триггера 46 схемы 14 отказа, на вход R триггера 50 дополнительной ячейки 18 памяти, на формирователь 5 сигналов контроля (фиг.3) и устанавливает их в исходное состояние.

При этом в исходном состоянии:

с выхода Q триггера 38 ячейки 12 памяти (фиг.1, 3) сигнал с уровнем логического "0" подается на один из входов элемента 4И-НЕ 39 формирователя 13 и через элемент 3И-НЕ 54 схемы 11 совпадения на второй вход элемента ИЛ И-НЕ 15, вследствие чего запрещается функционирование элемента 4И-НЕ 39, а проинвертированный элементом 3 И-НЕ 54 - разрешает функционирование элемента ИЛИ-НЕ 15;

с выхода \bar{Q} триггера 38 ячейки 12 памяти сигнал с уровнем логической "1" подается на первый вход элемента 4И-НЕ 40, разрешая его функционирование;

с выхода \bar{Q} триггера 46 схемы 14 отказа сигнал с уровнем логического "0" поступает на входы элементов 4И-НЕ 39 и 40 формирователя 13 (фиг.3), на вход элемента И 36 схемы 9 опорного напряжения (фиг.2) и запрещает их функционирование. При этом с выхода формирователя 13 (выход элемента И-НЕ 43) на второй вход элемента И-НЕ 44 схемы 14 отказа подается сигнал с уровнем логической "1" и разрешает функционирование элемента И-НЕ 44;

с выхода \bar{Q} триггера 46 схемы 14 отказа сигнал с уровнем логической "1" подается на один из входов элемента И-НЕ 45 схемы 14 отказа, элемента И 48 дополнительной ячейки 18 памяти и на один из входов формирователя 19 запуска контроля, разрешая их функционирование;

с выхода \bar{Q} триггера 50 дополнительной ячейки 18 памяти сигнал с уровнем логической "1" подается на один из входов элемента И-НЕ 17, на один из входов формирователя 19 запуска контроля, вследствие чего разрешается нормальная работа формирователя 19 запуска

контроля, а выходным сигналом элемента И-НЕ 17 с уровнем логического "0" при этом запрещается прохождение сигналов через другие входы элемента И 16 (фиг.1,3).

Поскольку формирователь 5 сигналов контроля исправлен и установлен в исходное состояние, то с выходов последнего:

с выхода 5 - 1 сигнал с уровнем логического "0" поступает на входы J и K триггера 46 схемы 14 отказа (фиг.3) и запрещает триггеру 46 изменять состояние выходных сигналов на выходах Q и \bar{Q} до момента поступления сигнала 1И, Контроля (фиг.5г, 6с);

с выхода 5 - 2 на вход Т триггера 38 ячейки 12 памяти (фиг.3) подается сигнал с уровнем логического "0";

с выхода 5 - 3 сигнал с уровнем логической "1" (фиг.3) подается на один из входов схемы 11 совпадения и дополнительной ячейки 18 памяти, разрешая их функционирование.

При этом с выхода элемента ИЛИ-НЕ 52 и 3И-НЕ 54 схемы 11 совпадения на один из входов элементов И-НЕ 10 и ИЛИ-НЕ 15 подаются сигналы с уровнем логической "1", разрешающие проходить сигналам через их другие входы;

с выхода 5 - 4 сигнал с уровнем логического "0" подается на один из входов элемента И-НЕ 45 схемы 14 отказа и запрещает работу последнего;

с выхода 5 - 5 сигнал с уровнем логического "0" подается на вход Т триггера 50 дополнительной ячейки 18 памяти и триггер 50 остается в исходном состоянии;

с выхода 5 - 6 сигнал с уровнем логической "1" подается через элемент ИЛИ 37 на вход R триггера 38 ячейки 12 памяти, чем обеспечивается нормальное функционирование триггера 38;

с выхода 5 - 7 сигнал отсутствия неисправности с уровнем логической "1" подается на входы элементов ИЛИ-НЕ 52 и 3 И-НЕ 54 схемы 11 совпадения, элемента И-НЕ 17 и формирователя 19 запуска контроля, чем обеспечивается их нормальное функционирование.

Устройство установлено в исходное положение и готово к работе.

Устройство работает следующим образом.

Сигнал с выхода термопреобразователя 1 (фиг.1) в виде постоянного напряжения, уровень которого пропорционален величине температуры газов ГТД, через усилитель 6 сигнала поступает на первый вход компаратора 7. На другой вход компаратора 7 с выхода датчика 3 эталонной температуры подается напряжение, уровень которого соответствует заданному значению температуры ограничения.

Если температура газов не превышает заранее заданного значения, то уровень напряжения на первом входе компаратора 7 не превышает уровень напряжения на его втором входе и выходные сигналы компаратора 7 находятся в исходном состоянии. При этом с его первого выхода сигнал с уровнем логического "0" через элементы И-НЕ 10 и ИЛИ-НЕ 15 поступает на третий вход элемента И 16, запрещая срабатывание последнего по этому входу. Одновременно при этом на второй вход элемента И 16 через элемент И-НЕ 17 поступает сигнал с уровнем логического "0" с выхода дополнительной ячейки 18 памяти, запрещая срабатывание последнего и по второму входу. На первый вход элемента И 16 после окончания импульса ОИ Установки подается сигнал с уровнем логической "1", разрешая работу элемента И 16 по этому входу.

Когда температура газов, нарастая, превышает заранее заданное значение, уровень напряжения на первом входе компаратора 7 превышает уровень напряжения на его втором входе (фиг.6в) и компаратор 7 срабатывает (фиг.6г). Поэтому на его первом выходе (инвертор НЕ 32, фиг.2) устанавливается сигнал с уровнем логической "1", а на втором выходе - с уровнем логического "0".

Сигнал с уровнем логической "1" с первого выхода компаратора 7 подается на один из входов ячейки 12 памяти, дополнительной ячейки 18 памяти; коммутатора 8 фазы, формирователя 13, формирователя 19 запуска контроля и через элементы И-НЕ 10 и ИЛИ-НЕ 15 на третий вход элемента И 16, а со второго выхода с уровнем логического "0" - на вторые входы ячейки 12'памяти, коммутатора 8фазы, формирователя 13 (фиг.1).

Элемент И 16 при поступлении на его третий вход сигнала с уровнем логической "1" не срабатывает, так как на его второй вход продолжает поступать с выхода элемента И-НЕ 7 сигнал с уровнем логического "0" ввиду того, что дополнительная ячейка 18 памяти продолжает оставаться в исходном состоянии. В исходном состоянии остаются также ячейки 12 памяти, коммутатор 8 фазы, формирователь 13. Срабатывает только формирователь 19 запуска контроля и сформированный им сигнал в виде импульса с уровнем логического "0" (фиг.6д, t_1-t_2) с его выхода подается на один из входов формирователя 5 сигналов контроля (фиг.1, 3, 4).

Временная диаграмма сигналов формирователя 5 сигналов контроля представлена на фиг.5. При исправном состоянии формирователя 5 сигналов контроля на его выходах 5 - 1 ... 5 - 6 формируются сигналы (фиг.6г-и). Сигнал с уровнем логической "1" (фиг.5г) с выхода 5 - 1 поступает на J и K -входы триггера 46 схемы 14 отказа (фиг.3), разрешая его функционирование. По сигналу 5 - 2 (фиг.6к, t_3-t_4), поступающему на вход T триггера 38 ячейки 12 памяти (фиг.3), триггер 38 срабатывает и на его выходе Q устанавливается сигнал с уровнем логической "1", а на выходе \bar{Q} - с уровнем логического "0", который, поступая на первый вход элемента 4И-НЕ 40 формирователя 13, запрещает срабатывание элемента 4И-НЕ 40 на все время контроля работоспособности. С выхода Q триггера 38 ячейки 12 памяти сигнал с уровнем логической "1" подается на второй вход элемента 4И-НЕ 39 формирователя 13 и через элементы 3 И-НЕ 54 схемы 11 совпадения и ИЛИ-НЕ 15 на третий вход элемента И 16 на все время контроля работоспособности. Однако элемент И 16 не срабатывает, так как на его второй вход с выхода \bar{Q} триггера 50 дополнительной ячейки 18 памяти (фиг.3) через элемент И-НЕ 17 продолжает поступать сигнал с уровнем логического "0", чем обеспечивается задержка формирования выходного сигнала устройства до проведения проверки правильности срабатывания компаратора 7, т.е. до проверки его исправности.

В промежуток времени t_5-t_{11} (фиг.6з) с выхода 5 - 3 формирователя 5 сигналов контроля сигнал запрета с уровнем логического "0" через элементы НЕ 51 и ИЛИ-НЕ 52 схемы 11 совпадения поступает на второй вход элемента И-НЕ 10 и на

третий вход формирователя 47 дополнительной ячейки 18 памяти (фиг.3), запрещая прохождение сигналов через их другие входы.

Этим предотвращается изменение выходного сигнала элемента И-НЕ 10 во время контроля работоспособности, а также запрещается управление работой триггера БО по входу R дополнительной ячейки 18 памяти во время проведения контроля работоспособности.

Сигнал с выхода 5 - 3 поступает также на третий вход элемента И 20 и во время своего действия t_5-t_{11} запрещает прохождение сигналов через другие входы элемента И 20.

В промежутке времени t_5-t_6 (фиг.6и) на выходе 5 - 4 формирователя 5 сигналов контроля формируется сигнал 1И. Отказа, который через элементы И-НЕ 45 и И-НЕ 44 (фиг.3) поступает на вход T триггера 46 схемы 14 отказа и устанавливает последний в состояние выдачи им сигналов ОТКАЗ (фиг.3, 6к). При этом с выхода Q триггера 46 сигнал с уровнем логической "1" поступает на входы формирователя 13, схемы 9 опорного напряжения и на первый вход элемента И 20 (фиг.1, 2), разрешая функционирование последних, а с выхода \bar{Q} - сигнал с уровнем логического "0" поступает на один из входов (формирователя 19 запуска контроля, дополнительной ячейки 18 памяти (фиг.1) и на второй вход элемента И-НЕ 45 (фиг.3), запрещая прохождение сигналов через его первый вход. Поступление сигнала с уровнем логического "0" на четвертый вход формирователя 19 запуска контроля запрещает последнему формировать импульсы запуска контроля.

Сигнал с уровнем логической "1" (фиг.6к) в промежутке времени t_6-t_8 , подаваемый с выхода Q триггера 46 на первый вход элемента И 36 схемы 9 опорного напряжения, разрешает преобразованным коммутатором 8 фазы импульсам парафазного генератора 4 проходить через второй вход элемента И 36 на выход схемы 9 опорного напряжения. Вследствие этого со вторичной обмотки трансформатора Т3 по двухпроводной линии связи на второй вход модулятора 23 (выводы последовательно соединенных резисторов R_4 и R_5 в точке их подключения к входам ключей V_6 , V_7 , фиг.2) начинают поступать импульсы.

В промежутке времени t_6-t_7 импульсы со схемы 9 опорного напряжения, поступающие на вход модулятора 23 и выделяющиеся на резисторе R_4 по времени совпадают со временем включения ключа V_6 (фиг.6б), что приводит к уменьшению переменного сигнала на выходе модулятора 23, вследствие чего уменьшается выходной сигнал демодулятора 25 (фиг.6в) и в момент времени t_7 компаратор 7, если он исправен, выключается (фиг.6г, м).

После выключения компаратора 7 с его первого выхода сигнал с уровнем логического "0" подается на входы элемента И-НЕ 10, ячейки 12 памяти, дополнительной ячейки 18 памяти, коммутатора 8 фазы, формирователя 13, формирователя 19 запуска контроля (фиг. 1), а со второго выхода - с уровнем логической "1" - на входы ячейки 12 памяти, коммутатора 8 фазы, формирователя 13.

Элемент 4И-НЕ 39 формирователя 13 (фиг.3) срабатывает, так как на всех его входах присутствуют сигналы с уровнем логической "1" (фиг.6м, t_7-t_8). Вследствие этого на выходе элемента И-НЕ 43

формирователя 13 устанавливается сигнал с уровнем логического "0" (фиг.6с), который поступает на второй вход элемента И-НЕ 44 схемы 14 отказа. С выхода элемента И-НЕ 44 сигнал с уровнем логической "1" поступает на вход Т триггера 46, т.е. сформирован передний фронт второго сигнала, поступающего на вход Т триггера 46.

Сигнал с уровнем логического "0" с первого выхода компаратора 7, поступающий на первый вход элемента И-НЕ 10, не вызывает срабатывания последнего, так как с момента времени t_5 он по второму входу заблокирован сигналом 5 - 3 с выхода 5 - 3 формирователя 5 сигналов контроля. Вследствие этого в процессе контроля выходной сигнал элемента И-НЕ 10 остается неизменным.

Подача со второго выхода компаратора 7 (выход инвертора НЕ 32, фиг.2) на первый вход элемента 2И-ИЛИ-НЕ 35 сигнала с уровнем логической "1" приводит к изменению фазы выходных сигналов коммутатора 8 фазы и схемы 9 опорного напряжения. Вследствие этого переменный сигнал на выходе модулятора 23 увеличивается (фиг.6б, t_7-t_8), что вызывает нарастание сигнала на выходе демодулятора 25 (фиг.6в, t_7-t_8) и повторное срабатывание компаратора 7 (фиг.6г, м, t_8). После повторного срабатывания компаратора 7 на его первом выходе устанавливается сигнал с уровнем логической "1", а на втором - с уровнем логического "0", т.е. выходные сигналы компаратора 7 возвратились в исходное, предшествующее контролю, состояние.

Изменение сигнала с уровня логической "1" до уровня логического "0" на втором выходе компаратора 7 вызывает выключение элемента 4И-НЕ 39 формирователя 13 и на выходе элемента 4И-НЕ 39 устанавливается сигнал с уровнем логической "1", который через элементы И-НЕ 41, 43 подается на второй вход элемента 4И-НЕ 44 схемы 14 отказа. Наличие на обоих входах элемента 4И-НЕ 44 сигналов с уровнем логической "1" вызывает срабатывание элемента 4И-НЕ 44 и на его выходе устанавливается сигнал с уровнем логического "0" (фиг.6т, t_8). По спаду этого сигнала в момент времени t_8 (фиг.6т) повторно срабатывает триггер 46 схемы 14 отказа и на его выходе Q устанавливается сигнал с уровнем логического "0", а на выходе \bar{Q} - с уровнем логической "1", т.е. выходные сигналы триггера 46, если компаратор 7 исправен, возвратились в исходное, предшествующее контролю, состояние. Сигнал с выхода Q триггера 46 с уровнем логического "0" поступает на входы формирователя 13, схемы 9 опорного напряжения, элемента И 20 и запрещает их функционирование до следующего цикла контроля. Сигнал с выхода \bar{Q} с уровнем логической "1" подается на входы дополнительной ячейки 18 памяти и формирователя 19 запуска контроля, разрешая их нормальное функционирование.

Сигнал с выхода 5 - 6 формирователя 5 сигналов контроля (фиг.5з, 6у, t_9-t_{10}) поступает на вход Т триггера 50 дополнительной ячейки 18 памяти (фиг.3) и вызывает срабатывание триггера 50 ввиду наличия на входе J последнего сигнала с уровнем логической "1" (на обоих входах элемента

И 48 установлены сигналы с уровнем логической "1", поступающие с первого выхода компаратора 7 и с выхода \bar{Q} триггера 46 схем 14 отказа) и сигнала с уровнем логического "0" на входе К триггера 50. После срабатывания триггера 50 на его выходе \bar{Q} устанавливается сигнал с уровнем логического "0" (фиг.6ф, t_{10}). Этот сигнал поступает на второй вход элемента И-НЕ 7, инвертируется последним и с его выхода с уровнем логической "1" подается на второй вход элемента И 16 (фиг.3).

Ввиду того, что с момента времени t_{10} на все три входа элемента И 16 подаются сигналы с уровнем логической "1", то последний срабатывает, вызывая срабатывание ключа и исполнительного механизма (на чертеже не показаны). Срабатывание исполнительного механизма сигнализирует о достижении или превышении заданного значения температуры. Следовательно, если устройство исправно, выдача им сигнала о достижении или превышении заданного значения температуры происходит только после проверки работоспособности компаратора 7.

В момент времени t_{11} на выходе 5 - 3 формирователя 5 сигналов контроля (фиг.6з, t_{11}) вновь устанавливается сигнал с уровнем логической "1". Вследствие этого снимается запрет на прохождение сигналов через элементы И-НЕ 10 и И 20. Поэтому с первого выхода компаратора 7 сигнал с уровнем логической "1" поступает через элементы И-НЕ 10, ИЛИ-НЕ 15 на третий вход элемента И 16 и продолжает удерживать последний во включенном состоянии.

По сигналу с выхода 5 - 6 (фиг.5и) формирователя 5 сигналов контроля триггер 38 ячейки 12 памяти устанавливается в исходное состояние. При этом с его выхода Q сигнал с уровнем логического "0" подается на один из входов элемента 3 И-НЕ Б4 схемы 11 совпадения и, проинвертированный последним, с уровнем логической "1" поступает на второй вход элемента ИЛИ-НЕ 15, не препятствуя его работе.

Рассмотрим работу предлагаемого устройства для случая, если по шине 21 контроля для запуска контроля приходит сигнал с уровнем логического "0" (фиг.5в), когда устройство исправно и выдает сигнал о превышении заданного значения температуры, т.е. сигнал запуска контроля поступает в устройство по завершению цикла описанного выше и после того как триггер 50 дополнительной ячейки 18 памяти сработал (фиг.6ф, t_{10}).

В этом случае формирование последовательности сигналов контроля (фиг.5) формирователем 5 сигналов контроля производится аналогично тому, как описано выше. Работа устройства при этом, начиная с момента времени t_1 (фиг.6д, t_1-t_2), будет происходить аналогично описанной выше и отличается только тем, что к моменту времени t_1 триггер 50 дополнительной ячейки 18 памяти сработал. Вследствие этого сигнал с уровнем логического "0" с выхода \bar{Q} триггера 50 инвертируется элементом И-НЕ 17 и с выхода последнего в виде сигнала с уровнем логической "1" поступает на второй вход элемента И 16 в течение всего времени контроля работоспособности, удерживая последний во включенном состоянии по второму входу. Ввиду того, что на третий вход элемента И 16 с выхода элемента ИЛИ-НЕ 15 в

течение всего времени контроля работоспособности, как описано выше, поступает сигнал с уровнем логической "1" то элемент И 16 в течение всего времени контроля работоспособности не выключается, обеспечивая неизменным состояние сработавшего исполнительного механизма, несмотря на выключение исправного компаратор 7 в процессе контроля работоспособности. Если через некоторое время после контроля работоспособности компаратор 7 выключается т.е. прекращает выдачу сигнала о превышении заданного значения температуры, то на его первом выходе вновь устанавливается сигнал исходного состояния с уровнем логического "0". Этот сигнал, поступая через элементы И-НЕ 10 и ИЛИ-НЕ 15 на третий вход элемента И 16, выключает последний последовательно, выключает исполнительный механизм. Одновременно этот же сигнал с первого выхода компаратора 7, поступая через формирователь 47 дополнительной ячейки 18 памяти на вход R триггера 50 (фиг.3), устанавливает триггер 50 в исходное состояние. Вследствие этого на второй вход элемента И 16 с выхода элемента И-НЕ 17 поступает сигнал с уровнем логического "0" и дополнительно подтверждает выключенное состояние элемента И 16.

Если температура газов ниже заданной, но в промежутке времени между очередными внешними запусками контроля работоспособности компаратор 7 вследствие неисправности срабатывает и начинает выдавать ложный сигнал о превышении заданного значения температуры (т.е. на его первом выходе устанавливается сигнал с уровнем логической "1", а на втором - с уровнем логического "0"), то срабатывание формирователя 19 запуска контроля (фиг.6д, t_1), запуск формирователя 5 сигналов контроля и проведение контроля работоспособности производится аналогично описанному выше.

Однако ввиду неисправности, компаратор 7 во время проведения контроля работоспособности не переключается и его выходные сигналы остаются неизменными. Из-за этого формирователь 13 не формирует второй сигнал (фиг.6т, t_7-t_8), триггер 46 схемы 14 отказа повторно не срабатывает, оставаясь в состоянии выдачи сигнала "ОТКАЗ", и на первый вход элемента И 48 дополнительной ячейки 18 памяти с выхода \bar{Q} триггера 46 (фиг.3) продолжает поступать сигнал с уровнем логического "0". Поэтому после прихода сигнала 5 - 5 (фиг.6у) триггер 50 дополнительной ячейки 18 памяти не срабатывает ($J = 0, K \neq 1$) и продолжает оставаться в исходном, предшествующем контролю, состоянии. В связи с этим с выхода \bar{Q} триггера 50 на второй элемент И-НЕ 17 продолжает поступать сигнал с уровнем логической "1". Вследствие этого с выхода элемента И-НЕ 17 на второй вход элемента И 16 продолжает подаваться сигнал с уровнем логического "0", запрещающий срабатывание элемента И 16 и исполнительного механизма. Поэтому ложный сигнал о превышении заданного значения температуры, возникший из-за неисправности на выходе компаратора 7, устройство не выдает.

Когда на выходе 5 - 3 формирователя 5 сигналов контроля вновь устанавливается сигнал с

уровнем логической "1" (фиг.6з, t_{11}), срабатывает элемент И 20, формируя сигнал о неисправности устройства.

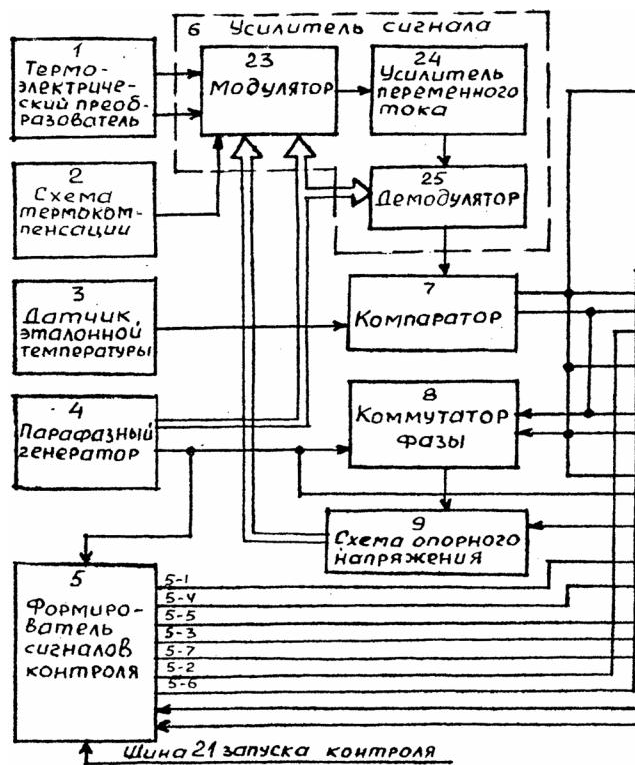
Если формирователь 5 сигналов контроля (фиг.4) неисправен, то при поступлении на его вход сигнала запуска контроля на выходе 5 - 7 "неисправность" устанавливается сигнал с уровнем логического "0", который подается на один из входов формирователя 13, формирователя 19 запуска контроля, схемы 11 совпадения, элемента И-НЕ 17 (фиг.7) и на выход устройства для сигнализации об отказе формирователя 5 сигналов контроля (на чертеже не показано). При этом:

- запрещается работа формирователя 13 и формирователя 19 запуска контроля;

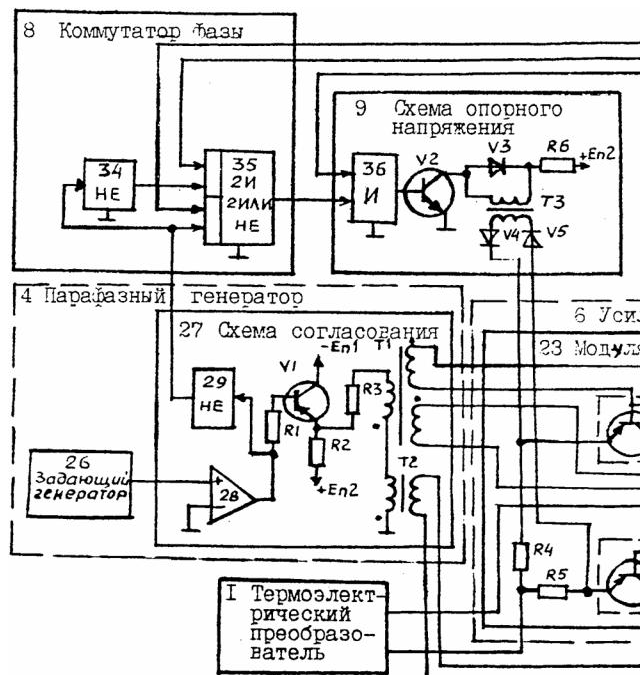
- на выходе элемента И-НЕ 17 устанавливается сигнал с уровнем логической "1", который поступая на второй вход элемента И 16, разрешает функционирование элемента И 16 по остальным входам;

- на выходах элементов ИЛИ-НЕ 52 и 3 И-ИЛИ 54 схемы 11 совпадения устанавливается сигнал с уровнем логической "1", который поступает соответственно на вторые входы элементов И-НЕ 10 и ИЛИ-НЕ 15 и разрешает их функционирование по остальным входам. Вследствие этого сигнал с первого выхода сработавшего компаратора 7 через первые входы элементов И-НЕ 10 и ИЛИ-НЕ 15 передается на третий вход элемента И 16 и вызывает его срабатывание без проведения контроля работоспособности.

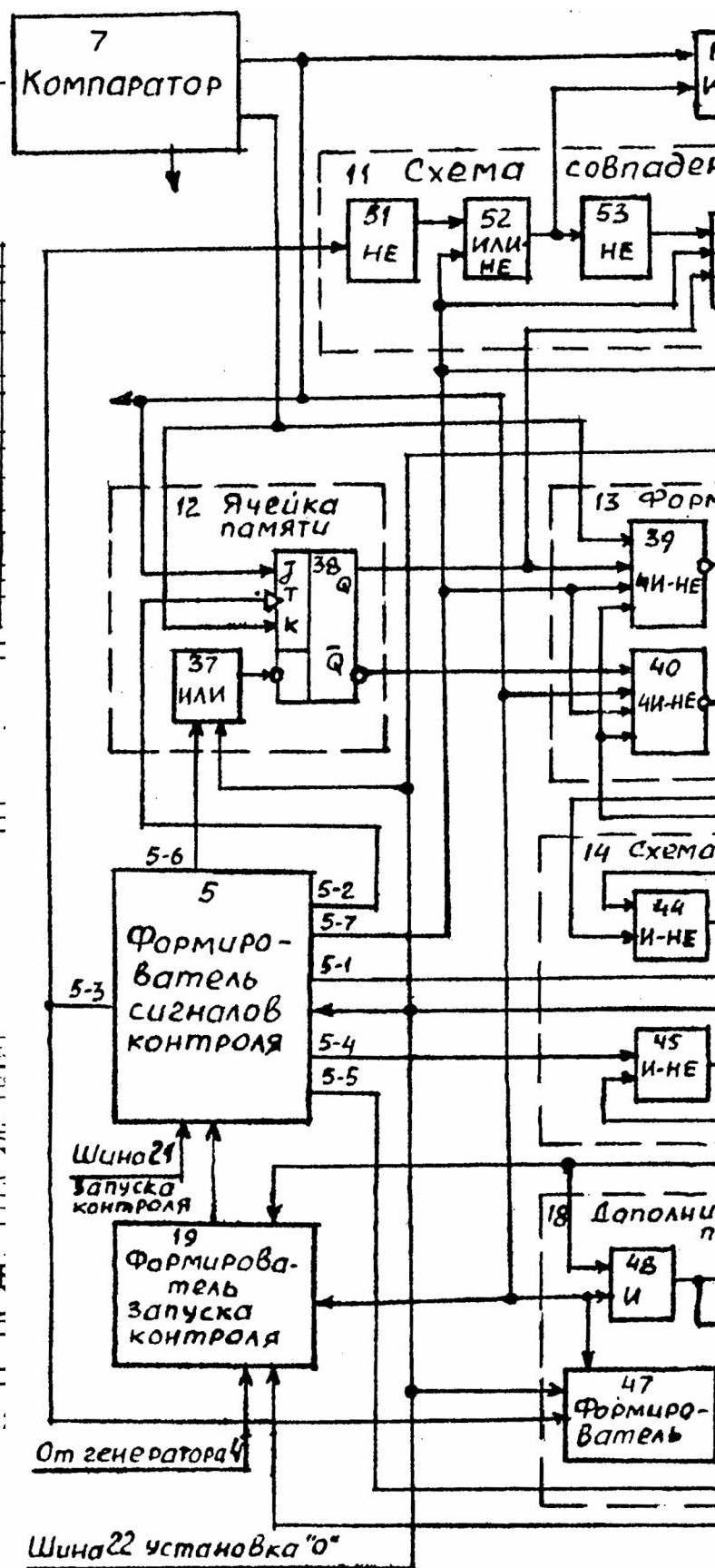
Проведение контроля функционирования в момент срабатывания компаратора, формирование выходного сигнала о превышении заданного значения температуры по результатам проверки работоспособности устройства позволяет предотвратить формирование ложного сигнала о превышении допустимого значения температуры в случае неисправности устройства, чем уменьшается достоверность выдачи ложного сигнала, снижается погрешность контроля температуры газов газотурбинного двигателя и повышается его надежность.



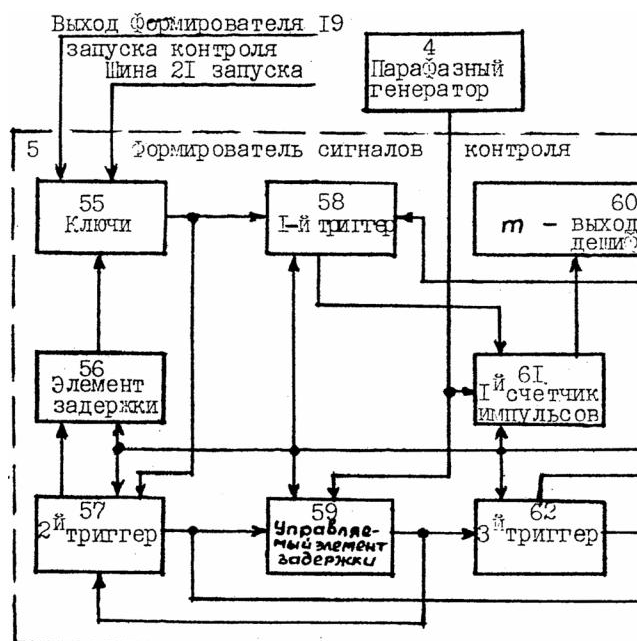
Фиг. 1



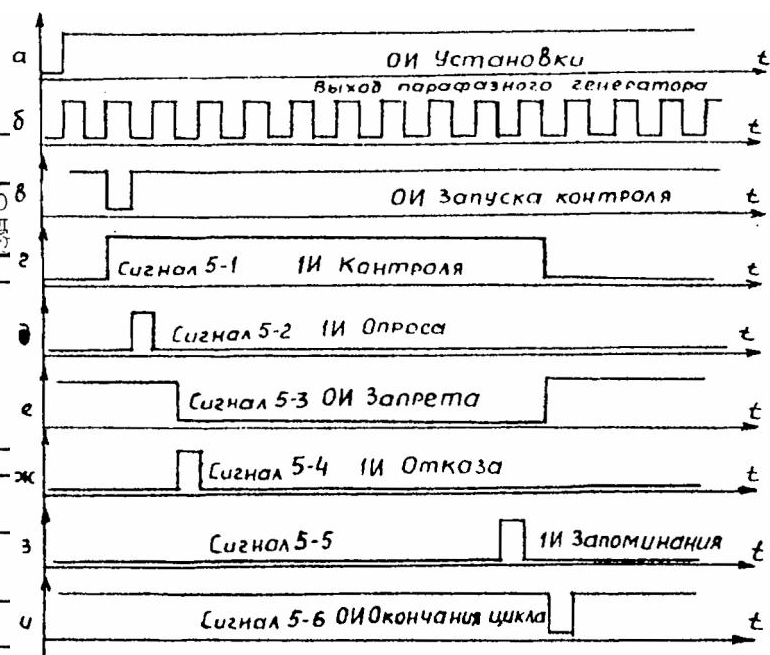
Фиг. 2



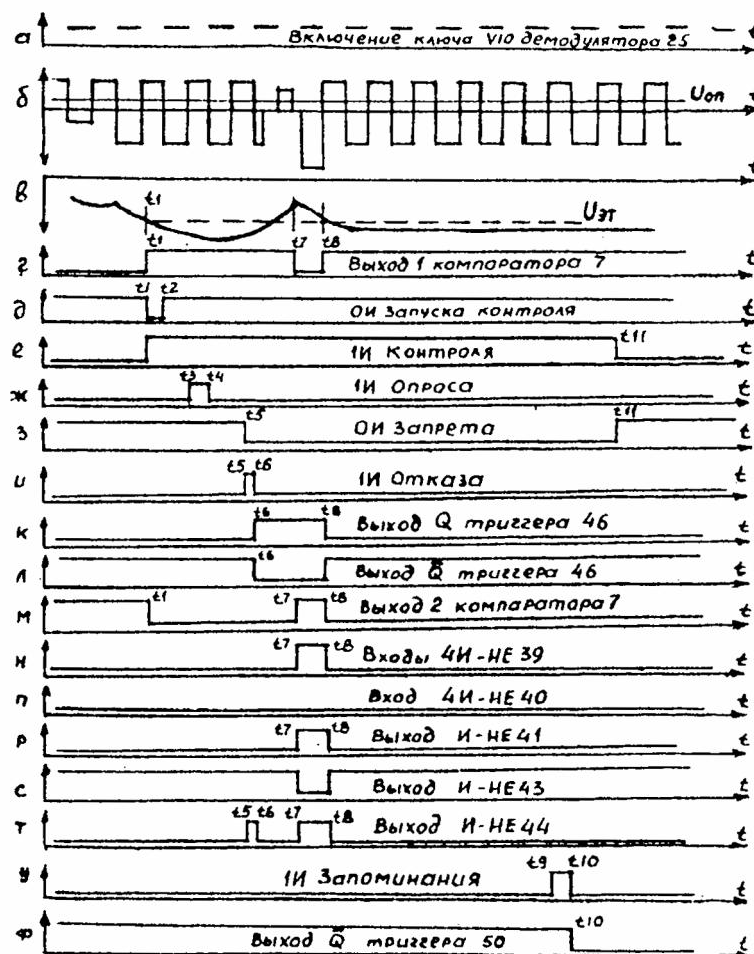
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6