



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3474933/24-07

(22) 26.07.82

(46) 07.11.83. Бюл. № 41

(72) Г. Т. Кулаков, А. А. Москаленко,
А. Д. Качая, В. А. Коробский и А. Т. Кулаков

(71) Белорусский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт

(53) 621.316.728 (088.8)

(56) 1. Авторское свидетельство СССР № 114528, кл. Н 02 J 3/06, 1955.

2. Авторское свидетельство СССР № 440740, кл. Н 02 J 3/06, 1971.

3. Авторское свидетельство СССР № 684672, кл. Н 02 J 3/46, 1977.

(54) (57) 1. СИСТЕМА ГРУППОВОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МОЩНОСТЬЮ ЭНЕРГОБЛОКОВ ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ, содержащая блок задания, связанный с системой управления мощностью электростанций более высокого ранга и подключенный через блок отработки общего задания, к входу следяще-запоминающего блока, и индивидуальные блоки автоматического регулирования мощности энергоблоков, отличающаяся тем, что, с целью повышения экономичности работы электростанции путем параллельной оптимизации текущего состояния регулирующих клапанов турбины, она снабжена блоками оптимальной коррекции, суммирующими блоками, формирователем признаков и задатчиком запрещенных нагрузок, причем блоки оптимальной коррекции состоят из информационной схемы состояния регулирующих клапанов турбины, блоков контроля открытых и закрытых клапанов турбины, триггера и коммутатора-формирователя, выход задатчика запрещенных нагрузок подключен к второму входу блока задания, первый и второй входы формирователя признаков соединены соответственно с информационным и сигнальными выходами блока задания, третий вход — с нулевыми выходами триггеров каждого блока опти-

мальной коррекции, а первый выход формирователя признаков соединен с единичной шиной триггеров, его второй выход подключен к первому входу блока контроля открытых клапанов и первому входу коммутатора-формирователя, третий выход — к первому входу блока контроля закрытых клапанов и второму входу коммутатора-формирователя, а четвертый выход — к третьему входу блока задания, при этом выходы информационной схемы состояния регулирующих клапанов турбины соединены соответственно с вторыми входами блока контроля открытых и блока контроля закрытых клапанов, выходы которых подключены к нулевому входу триггера, единичный выход которого соединен с третьим входом коммутатора-формирователя, выход которого соединен с вторым входом суммирующего блока соответствующего индивидуального блока автоматического регулирования мощности энергоблока.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что коммутатор-формирователь блока оптимальной коррекции состоит из генератора импульсов, выход которого подключен к входам реверсивного счетчика, выходы которого соединены с цифро-аналоговым преобразователем, и два входа — с формирователем признаков, выход цифро-аналогового преобразователя соединен с вторым входом суммирующего блока соответствующего индивидуального блока автоматического регулирования мощности энергоблока, вход генератора импульсов соединен с единичным выходом триггера блока оптимальной коррекции.

3. Устройство по пп. 1 и 2, отличающееся тем, что формирователь признаков состоит из формирователя импульсов, многовходовой схемы совпадения, триггеров, двух логических элементов И, причем входы двух формирователей импульсов объединены и подключены к блоку задания, к второму входу которого подключен третий формирова-

тель импульсов, выход которого соединен с единичной шиной триггеров блока оптимальной коррекции и через триггер — с двумя логическими элементами И, второй вход первого логического элемента И соединен с вторым формирователем импульсов через другой триггер, выход третьего формирователя импульсов через третий триггер сое-

динен с вторым входом второго логического элемента И, выходы этих логических элементов И соединены с коммутатором-формирователем блока оптимальной коррекции, входы многовходовой схемы совпадения соединены с нулевыми выходами триггеров каждого блока оптимальной коррекции, а вход — с блоком задания.

1

Изобретение относится к энергетике и может использоваться для распределения нагрузки и регулирования выходной мощности энергоблоков тепловых электрических станций, работающих параллельно на одну сеть в режиме регулирования частоты и перетоков мощности в энергосистемах.

Известно устройство для автоматического управления мощностью тепловой электростанции, содержащее связанные последовательно блоки управления и учета потерь в сети, станционный блок, осуществляющий распределение нагрузки между агрегатами электростанции в соответствии с характеристиками относительных приростов (ХПО), сигнал выхода которого преобразуется генератором задающей частоты, и схему обратной связи, включающую преобразователи сигнала задания каждой электростанции, соединенные последовательно с дифференциатором, выход которого подключен к входу блока управления [1].

Недостатком этого устройства является низкая приемистость отработки задания, а также распределение нагрузки по жесткому шаблону, весьма приблизительно отражающему действительную зависимость относительного прироста от нагрузки, что снижает экономичность работы электростанции.

Известен также способ автоматического управления перетоками мощности по связям между энергосистемами, оснащенными системами автоматического управления режимом по частоте и активной мощности, путем формирования управляющих воздействий на нижестоящие системы управления в виде заданного значения относительного прироста энергосистемы, получаемого в функции отклонения режимных параметров энергосистемы от заданных, в том числе отклонения суммарных обменных мощностей энергосистемы от заданных значений, и с использованием в качестве задания для ограничения перетоков мощности сигнала изменения заданного значения суммарной обменной мощности, сформированного системой управления более высокой ступени иерархии [2].

Недостатки этого способа реализации характеристик относительного прироста за-

2

ключаются в фиксированных зависимостях, учтенных при распределении нагрузки, тогда как в функции параметров текущего состояния технологического оборудования ХОП могут изменяться в пределах 6%. При параллельном распределении нагрузки на однотипные агрегаты повышение экономичности работы их возможно за счет оптимизации текущих значений параметров, определяющих экономичность режима, например положения регулирующих клапанов турбин, от которого зависит величина потерь на дросселирование пара, являющаяся существенной при небольших различиях ХОП однотипного оборудования.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности является устройство группового автоматического управления мощностью энергоблоков тепловой электрической станции, содержащее блок задания, связанный с системой управления мощностью электростанций более высокого ранга и подключенный через блок отработки общего задания к входу следяще-запоминающего блока, и индивидуальные блоки автоматического регулирования мощности энергоблоков [3].

Однако известное устройство, осуществляя пропорциональное распределение нагрузки по энергоблокам, не учитывает потерь на дросселирование потока пара в регулирующих клапанах турбины, когда последние находятся в промежуточном положении, тем самым существенно снижаются показатели экономичности работы энергоблока по сравнению с оптимальным режимом.

Цель изобретения — повышение экономичности работы электростанции за счет параллельной оптимизации текущего состояния регулирующих клапанов турбины.

Поставленная цель достигается тем, что в систему группового автоматического управления мощностью энергоблоков тепловой электростанций, содержащую блок задания, связанный с системой управления мощностью электростанций более высокого ранга и подключенный через блок отработки общего задания к входу следяще-запоминаю-

щегося блока, и индивидуальные блоки автоматического регулирования мощности энергоблоков, введены блоки оптимальной коррекции, суммирующие блоки, формирователи признаков и задатчики запрещенных нагрузок, причем блоки оптимальной коррекции состоят из информационной схемы состояния регулирующих клапанов турбины, блоков контроля открытых и закрытых клапанов турбины, триггера и коммутатора-формирователя, выход задатчика запрещенных нагрузок подключен к второму входу блока задания, первый и второй входы формирователя признаков соединены соответственно с информационным и сигнальными выходами блока задания, третий вход — с нулевыми выходами триггеров каждого блока оптимальной коррекции, а первый выход формирователя признаков соединен с единичной шиной триггеров, его второй выход подключен к первому входу блока контроля открытых клапанов и первому входу коммутатора-формирователя, третий выход — к первому входу блока контроля закрытых клапанов и второму входу коммутатора-формирователя, а четвертый выход — к третьему входу блока задания, при этом выходы информационной схемы состояния регулирующих клапанов турбины соединены соответственно с вторыми входами блока контроля открытых и блока контроля закрытых клапанов, выходы которых подключены к нулевому входу триггера, единичный выход которого соединен с третьим входом коммутатора-формирователя, выход которого соединен с вторым входом суммирующего блока соответствующего индивидуального блока автоматического регулирования мощности энергоблока.

Кроме того, коммутатор-формирователь блока оптимальной коррекции состоит из генератора импульсов, выход которого подключен к входам реверсивного счетчика, выходы которого соединены с цифро-аналоговым преобразователем, а два входа — с формирователем признаков, выход цифро-аналогового преобразователя соединен с вторым входом суммирующего блока соответствующего индивидуального блока автоматического регулирования мощности энергоблока, вход генератора импульсов соединен с единичным выходом триггера блока оптимальной коррекции.

При этом формирователь признаков состоит из формирователя импульсов, триггеров, двух логических элементов И и многовходовой схемы совпадения, причем входы двух формирователей импульсов соединены и подключены к блоку задания, к второму входу которого подключен третий формирователь импульсов, выход которого соединен с единичной линией триггеров блока оптимальной коррекции и через триггер — с двумя логическими элементами И, второй

вход первого логического элемента И соединен с вторым формирователем импульсов через другой триггер, выход третьего формирователя импульсов через третий триггер соединен с вторым входом второго логического элемента И, выходы этих логических элементов И соединены с коммутатором — формирователем блока оптимальной коррекции, входы многовходовой схемы совпадения соединены с нулевыми выходами триггеров каждого блока оптимальной коррекции, а вход — с блоком задания.

На фиг. 1 представлена структурная схема системы группового автоматического управления мощностью энергоблоков; на фиг. 2 — функциональная схема коммутатора-формирователя; на фиг. 3 — функциональная схема формирователя признаков; на фиг. 4 — график изменения КПД энергоблока в зависимости от нагрузки турбины.

Система содержит блок 1 задания для приема сигналов, пропорциональных изменениям мощности энергоблоков в сторону увеличения или уменьшения их фильтрации, усиления и масштабирования с последующим суммированием приращений с сигналами, характеризующими действительные значения мощности, и выдачей неполного сигнала рассогласования в блок 2 отработки общего задания. Кроме того, блок 1 задания служит для определения и формирования сигнала начала коррекции путем сравнения действительных значений мощности с заданными, передачи сигналов изменения мощности и начала коррекции, а также для приема сигнала конца коррекции (К). Первый вход блока 1 задания связан с системой управления мощностью более высокого ранга (как правило телетайпной связью).

Блок 2 отработки общего задания, выход которого подключен к входу следяще-запоминающего блока 3, предназначен для формирования ПИ-закона регулирования мощности для энергоблоков в нормальном режиме эксплуатации или ПИД-закона — в предаварийном режиме.

Следяще-запоминающий блок 3 связан с входами индивидуальных блоков 4 автоматического регулирования мощности энергоблоков, служит для фиксации задания в случае исчезновения управляющего сигнала на входе, причем он хранит неполное задание, которое несколько не соответствует действительной мощности энергоблоков.

Индивидуальные блоки 4 автоматического регулирования мощности энергоблоков подключены к соответствующим блокам, которые предназначены для регулирования мощности энергоблоков по изменяемому входному задающему воздействию.

Блок 5 оптимальной коррекции каждого энергоблока предназначен для формирования и хранения дополнительного задания,

суммирующегося алгебраически с предыдущим, по увеличению или уменьшению мощности энергоблока за счет оставленного резерва в блоке 1 задания с контролем полного закрытия или полного открытия очередного клапана турбины энергоблока и выдачи сигнала об окончании коррекции. Каждый из блоков 5 коррекции состоит из информационной схемы 6 состояния регулирующих клапанов турбины, блока 7 контроля открытых и блока 8 контроля закрытых клапанов, триггера 9 и коммутатора-формирователя 10.

Информационная схема 6 состояния регулирующих клапанов турбины служит для формирования сигналов перехода клапанов турбины в конечные положения «полностью открыт» или «полностью закрыт». Выходы информационной схемы 6 соединены соответственно с вторыми входами блока 7 контроля открытых и блока 8 контроля закрытых клапанов.

Блоки 7 и 8 контроля открытых и закрытых клапанов предназначены для формирования единых управляемых сигналов соответственно об открытии и закрытии какого-либо клапана турбины. Триггер 9 служит для фиксации интервала коррекции.

Коммутатор-формирователь 10 предназначен для коммутации и формирования на вход соответствующего суммирующего элемента 11 двух законов изменения напряжения (нарастающего при нагружении и убывающего при разгрузке) и фиксации дополнительного сигнала до очередной коррекции. Его три входа соединены соответственно с вторым (n), третьим (p) выходами формирователя 12 признаков и единичным выходом триггера 9, а выход подключен к второму входу соответствующего переключателя управления.

К второй группе входов блока задания 1 подключены выходы задатчика 13 запрещенных нагрузок, а третий вход соединен с четвертым выходом формирователя 12 признаков. Информационный и сигнальный выходы блока 1 задания связаны соответственно с первым и вторым входами формирователя 12 признаков, а информационный выход соединен также с входом схемы 2 отработки общего задания.

Коммутатор-формирователь 10 (фиг. 2) содержит управляемый генератор 14 импульсов, соединенный с счетным входом реверсивного двоичного счетчика 15. Выходы реверсивного двоичного счетчика соединены с входами цифро-аналогового преобразователя 16.

Генератор импульсов включается при наличии двух разрешающих сигналов: сигнала «1» с выхода триггера 9 и сигнала «Нагружение» или «Разгружение». Частота генератора 14 выбирается из условия допустимой скорости изменения напряжений

на входах индивидуальных блоков 4 автоматического регулирования мощности энергоблоков (фиг. 1).

Счетчик 15 работает в режиме сложения с приходом на первый вход коммутатора-формирователя разрешающего потенциала с формирователя 12 признаков этапов оптимизации по шине «Нагружение» (N), а в режиме вычитания — когда разрешающий потенциал поступает на его второй вход по шине «Разгружение» (P).

Так как диапазон изменения мощности энергоблоков значителен, а открытие (закрытие) клапанов приводит к неодиному изменению мощности, в реверсивном счетчике предусматривается две группы вентиля, через которые передается прямой код или обратный код в зависимости от знака реверсивного счетчика 15.

Цифро-аналоговый преобразователь служит для преобразования двоичного кода в напряжение, его масштабирования и передачи на вход соответствующего переключателя суммирующего блока со знаком «+» или «-», причем оба знака имеют место как при увеличении, так и при уменьшении мощности, что зависит от моментов оптимизации и величины кода в реверсивном счетчике при коррекции.

Суммирующие блоки 11, первые входы которых подключены к выходу следяще-запоминающего блока 3, а вторые входы — к выходам соответствующих коммутаторов-формирователей 10, используются для разделения и суммирования заданий по основному каналу нагружения и по каналам оптимальной коррекции. Выходы суммирующих блоков 11 соединены с индивидуальными блоками 4 автоматического регулирования мощности энергоблоков.

Формирователь 12 признаков этапов оптимизации служит для формирования следующих признаков: подготовка (T), нагружение (N), разгружение (P) и конец коррекции (K). Его первый и второй входы связаны соответственно с информационным и сигнальным выходами блока 1 задания, третий вход — с нулевыми выходами триггеров 9 каждого блока 5 оптимальной коррекции. Первый выход формирователя 12 признаков соединен с единичной шиной триггеров 9, его второй выход подключен к первому входу блока 7 контроля открытых клапанов и к первому входу коммутатора-формирователя 10, третий выход — к первому входу блока 8 контроля закрытых клапанов и к второму входу коммутатора-формирователя 10, а четвертый выход — к третьему входу блока 1 задания.

Один из возможных вариантов функциональной схемы формирователя 12 признаков изображен на фиг. 3.

Этот блок реализует логические функции:
 $A = T$ (подготовка);
 $A \wedge B = P$ (нагрузка);
 $A \wedge B = H$ (разгрузка);
 $C_1, \dots, C_i, \dots, C_n = K$ (конец коррекции),
 где A — сигнал по второму входу блока 12 (сигнальный выход блока 1 задания);
 B и B — сигналы положительной и отрицательной полярностей по первому входу блока 12 (информационный выход блока 1 задания);
 $C_1, \dots, C_i, \dots, C_n$ — сигналы по третьему входу 12 (единичные выходы триггеров 9).

Формирователи 17 и 18 импульсов используются для получения определенных уровней напряжений по сигналам положительной полярности, а формирователь 19 — по сигналам отрицательной полярности.

Триггеры 20—22 служат для запоминания сигналов с выходов соответствующих формирователей 17—19.

Логические элементы 23—25 предназначены для получения сигналов H , P и K соответственно.

Задатчик 13 запрещенных нагрузок предназначен для формирования уставок в виде напряжений, с помощью которых по основному каналу нагружения (разгружения) энергоблоков распределяется большая часть (0,67—0,8) дополнительной мощности, а оставшаяся часть распределяется блоками 5 оптимальной коррекции. Его выходы подключены к соответствующим входам блока 1 задания. Связи управления блоком 13 запрещенных нагрузок от диспетчера на фиг. 1 не показаны. Управление может организовываться и от системы более высокого ранга.

В основу построения предлагаемой системы положен способ распределения мощности, заключающийся в том, что только часть кванта $\pm \Delta P$ (большая) от системы более высокого ранга распределяется равномерно параллельно, а другая часть распределяется индивидуально через блоки 5 оптимальной коррекции (фиг. 1), оставляя их при распределении оставшейся части мощности всегда в одном из конечных положений (полностью закрытом или полностью открытым). Такой способ распределения мощности по энергоблокам экономически выгоден.

Уровень заданной нагрузки (фиг. 4) $N_a, N_b, N_c, \dots, N_i$ соответствует зонам $A—B$, $C—D$, и т.д. приближенно оптимального положения регулирующих клапанов турбины, а зоны $B—C$, $D—E$ и т.д. являются запрещенными. Оптимизация в режиме нагружения осуществляется с исходных точек A , C , E и т.д. (нечетных), а в режиме разгружения — с четных точек, и заключается в приведении текущего состояния оп-

ределенной группы клапанов турбины к конечному положению. Точкам a, b, c, \dots, i (фиг. 4) соответствует режим минимального дросселирования пара на определенной группе клапанов турбины при заданном уровне нагрузки, что определяет экономичность работы энергоблока и электростанции в целом:

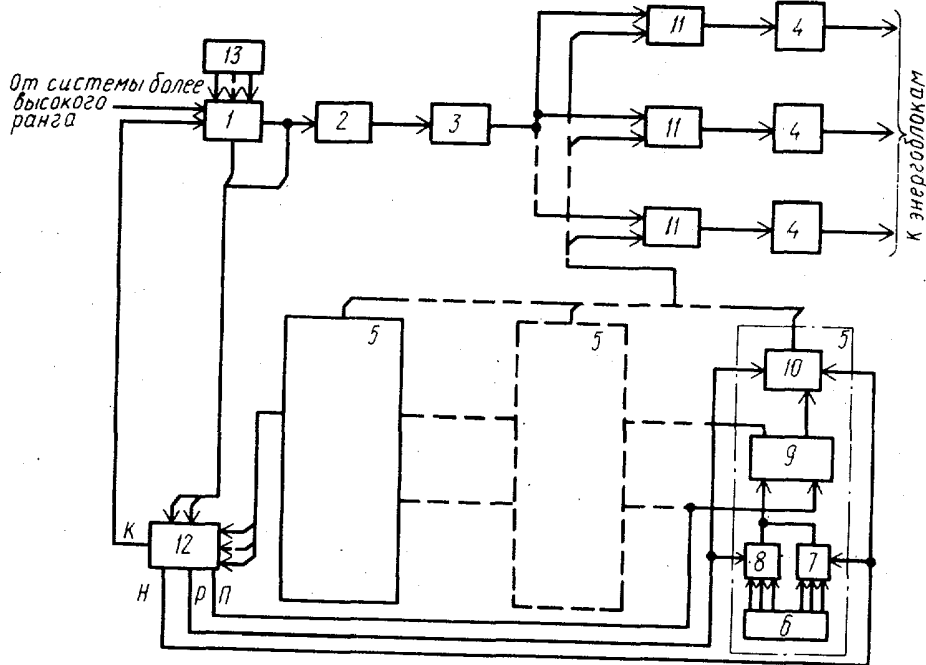
Система работает следующим образом.

В исходном состоянии триггеры 9 каждого блока 5 оптимальной коррекции находятся в нулевом состоянии, суммирующие блоки 11 связывают индивидуальные блоки 4 автоматического регулирования мощности энергоблоков с выходом следящего блока 3, регулирующие клапаны турбин энергоблоков находятся в конечном (открытом или закрытом) положении. При поступлении задания от системы более высокого ранга в блоке 1 задания с учетом запрещенных нагрузок, определенных задатчиком 13, формируется сигнал, обрабатываемый блоком 2 через следяще-запоминающий блок 3 и переключатель суммирующего блока 11 посредством индивидуальных блоков 4 автоматического регулирования мощности энергоблоков. Информация с блока задания 1 подается на первый вход формирователя 12 признаков для определения величины и знака изменения задания. После поступления на второй вход формирователя 12 признаков от блока 1 задания сигнала, разрешающего начать процесс коррекции после достижения условно заданной доли кванта от системы более высокого ранга (0,67—0,8) с учетом предлагаемого времени на отработку, формируется сигнал начала коррекции. Последний с первого выхода формирователя 12 признаков поступает на единичные выходы триггеров 9 и открывает, тем самым, входные цепи коммутаторов-формирователей 10. С учетом знака изменения задания с второго или третьего выхода формирователя 12 признаков сигнал нагружения или разгружения поступает на блок 7 контроля открытых и блок 8 контроля закрытых клапанов каждого блока 5 оптимальной коррекции, разрешая работу одного из них, и на соответствующие входы коммутаторов-формирователей 10, после чего сигнал коррекции от последних проходит через суммирующие блоки 11 на индивидуальные блоки 4 автоматического регулирования мощности каждого энергоблока. Выключение блоков 5 оптимальной коррекции производится по мере поступления сигналов о полном открытии или закрытии очередного регулирующего клапана турбины, приходящих от информационной схемы 6 через блоки 7 контроля открытых или блоки 8 контроля закрытых клапанов на триггеры 9. Переход каждого триггера 9 блоков 5 оптимальной коррекции в нулевое состояние воспринимается формирователем 12 признаков (третий вход) и посред-

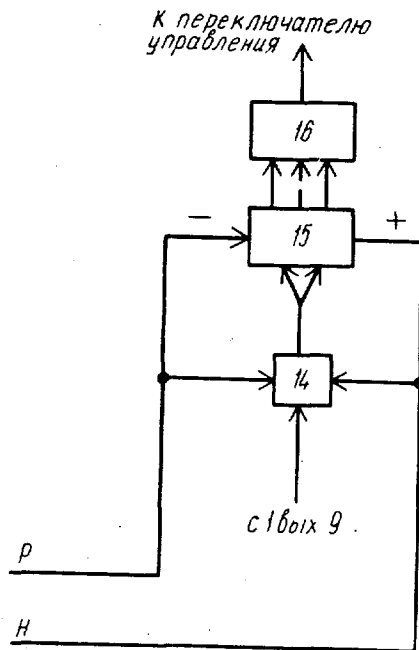
ством связи его с блоком I задания производится извещение об окончании коррекции нагрузки подчиненных энергоблоков.

Таким образом, предлагаемая система группового автоматического управления мощностью энергоблоков тепловой электрической станции обеспечивает повышение экономичности работы электростанции за счет

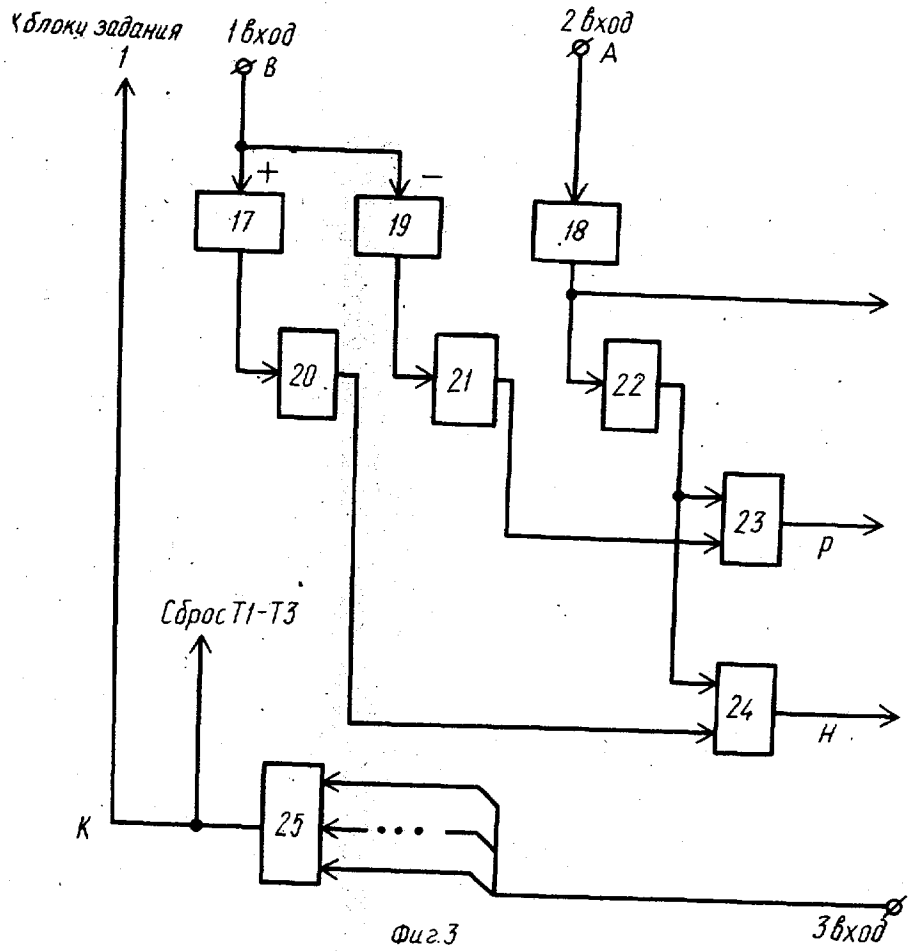
оптимизации текущего состояния регулирующих клапанов турбины. Это достигается благодаря использованию в предлагаемом устройстве блоков оптимальной коррекции, формирователя признаков этапов оптимизации и задатчика запрещенных нагрузок, связанных между собой с известными блоками определенным образом.



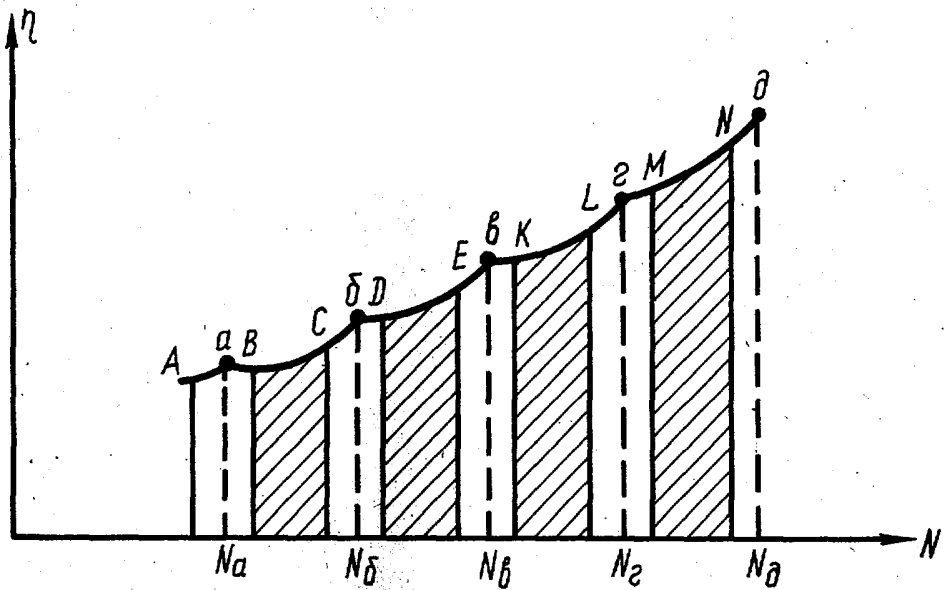
Фиг.1



Фиг.2.



Фиг.3



Фиг.4

Редактор О. Черниченко
 Заказ 8895/53
 Составитель О. Наказная
 Техред И. Верес
 Тираж 617
 Корректор О. Билак
 Подписное
 СССР
 ВНИИПИ Государственного комитета
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5
 Филиал ППП «Патент», г. Ужгород, ул. Проектная, 4