



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1634637 A1

(51)5 C 01 C 1/04, C 05 D 27/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

2

(21) 4403152/26

(22) 04.04.88

(46) 15.03.91. Бюл. № 10

(71) Киевский политехнический институт
им. 50-летия Великой Октябрьской социали-
стической революции и Черкасское произ-
водственное объединение "Азот"

(72) Г.А.Статюха, А.В.Федоров, И.М.Кисиль,
Н.И.Корчака, А.Г.Шаблий, Н.А.Драбатьи,
В.В.Андрианов, В.Г.Крот, Е.А.Котовен-
ко и А.К.Гудзенко

(53) 66.012-52(088.8)

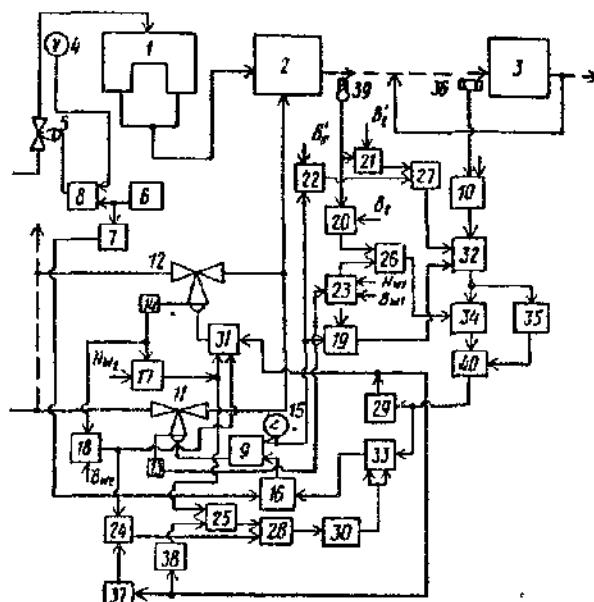
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1020373, кл. C 01 C 1/04, 1981.

Авторское свидетельство СССР
№ 1437352, кл. C 01 C 1/04, 1987.

(54) СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВ-
ЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СИНТЕЗА АММИАКА

(57) Изобретение относится к автоматиче-
скому управлению производством аммиака;

может быть использовано в промышленно-
сти по производству минеральных удобре-
ний и позволяет повысить
производительность процесса за счет по-
вышения качества управления составом сме-
си в системе циркуляции и предупреждения
аварийных режимов. Система управления
содержит конверторы 1 и 2, колонну 3 син-
теза, измеритель (И) 4 расхода природного
газа, задатчик 6, компенсатор 7, регуляторы
8-10, формирователи 13 и 14 положения
клапанов, И 15 основного расхода воздуха,
сумматоры 16 и 40, пороговые элементы
17-23, элементы 24-27 совпадения, логи-
ческий элемент ИЛИ 28, функциональный
блок 29, логический элемент 30 отрицания,
ограничители 31-33, блок 34 форсажа, про-
порциональный элемент 35, И 36 состава,
пороговые блоки 37, 38, И 39 температуры
газа. 2 з п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 1

(19) SU (11) 1634637 A1

Изобретение относится к автоматическому управлению химическими процессами и может быть использовано в промышленности по производству минеральных удобрений при автоматизации производства синтеза аммиака.

Целью изобретения является повышение производительности процесса за счет повышения качества управления составом смеси в системе циркуляции и предупреждения аварийных режимов.

На фиг.1 приведена функциональная схема системы управления; на фиг.2 — ограничитель; на фиг.3 — элемент системы управления с использованием измерителя дополнительного расхода воздуха, на фиг.4 — элемент системы управления с использованием контура настройки третьего регулятора.

Система управления режимом технологического объекта содержит (фиг.1) конвертер 1 первой ступени, конвертер 2 второй ступени, колонну 3 синтеза, измеритель 4 расхода природного газа, клапан 5 подачи газа, задатчик 6, компенсатор 7, первый, второй и третий регуляторы 8–10, первый и второй клапаны 11, 12 подачи соответственно основного и дополнительного воздуха, формователи 13, 14 положения первого и второго клапанов подачи воздуха, измеритель 15 основного расхода воздуха, первый сумматор 16, первый — седьмой пороговые элементы 17–23, первый — четвертый элементы 24–27 совпадения И, логический элемент ИЛИ 28, функциональный блок 29, логический элемент 30 отрицания, первый, второй и третий ограничители 31–33, блок 34 форсажа, пропорциональный элемент 35, измеритель 36 состава, первый и второй пороговые блоки 37, 38, измеритель 39 температуры газа после конвертера второй ступени, второй сумматор 40.

Измеритель 4 предназначен для формирования сигнала по расходу газа в конвертер 1. Клапан 5 предназначен для изменения подачи газа в конвертер 1. Задатчик 6 предназначен для ввода в систему величины задания по расходу газа.

Компенсатор 7 предназначен для компенсации возмущений по изменению подачи газа. Его характеристики устанавливаются из условия инвариантности соотношения между водородом и азотом в системе циркуляции к изменению подачи газа. В частном случае компенсатор 7 может иметь структуру усилительного звена.

Первый регулятор 8 предназначен для поддержания требуемой подачи газа в конвертер 1 и может иметь типовую ПИ-структуру. Величина задания регулятора может

ограничиваться соответствующими ограничителями. Второй регулятор 9 предназначен для поддержания заданного расхода воздуха в конвертере 2. Он может иметь ПИ-структуру. Величина задания у регулятора может ограничиваться соответствующими ограничителями. Третий регулятор 10 предназначен для выработки управлений по подаче воздуха из условия регулирования состава циркуляционного газа относительно задания, вводимого в этот регулятор. Регулятор 10 может иметь структуру линейного или нелинейного ПИ-регулятора.

Клапаны 11 и 12 предназначены для изменения подачи воздуха в конвертер 2. Клапан 12 установлен на байпасной магистрали подачи воздуха, которая либо подключается параллельно основной магистрали, либо представляет собой отвод части воздуха в атмосферу.

Формователи 13 и 14 положения первого и второго клапанов подачи воздуха предназначены для формирования и передачи сигналов W_1 и W_2 по положениям первого и второго клапанов подачи воздуха. В частном случае формователи 13 и 14 могут быть реализованы на базе измерителей давления, формирующих и передающих сигналы по величинам давления управляющего воздуха, перемещающего клапаны.

Измеритель 15 предназначен для формирования сигнала по расходу F воздуха в основной магистрали подачи воздуха.

Измерители 4, 15 могут быть реализованы на базе типовых расходомеров.

Первый сумматор 16 предназначен для определения суммы сигналов, поступающих на его входы, с целью определения результирующего управляющего воздействия.

Первый пороговый элемент 17 предназначен для определения возможности уменьшения подачи воздуха по байпасной магистрали. Если $W_2 > H_{W_2}$, то выдается позиционный сигнал на первые входы первого ограничителя 31 второго элемента совпадения 25. H_{W_2} — нижнее ограничение по W_2 .

Второй пороговый элемент 18 предназначен для определения возможности увеличения подачи воздуха по байпасной магистрали. Если $W_2 < B_{W_2}$, то выдается позиционный сигнал на второй вход первого ограничителя 31 и первый вход первого элемента совпадения 24. B_{W_2} — верхнее ограничение по W_2 .

Третий пороговый элемент 19 предназначен для определения возможности снижения подачи воздуха по основной магистрали. Если $F > H_F$, то выдается пози-

ционный сигнал на первый вход второго ограничителя 32. H_F^1 – верхнее ограничение по F .

Четвертый пороговый элемент 20 предназначен для сравнения температуры t газа после конвертера второй ступени с ограничением B_t . Если $t < B_t$, выдается позиционный сигнал на первый вход третьего элемента 26 совпадения.

Пятый пороговый элемент 21 предназначен для сравнения температуры t с ограничением B_t^1 . Если $t < B_t^1$, выдается позиционный сигнал на второй вход четвертого элемента 27 совпадения ($B_t^1 > B_t$).

Шестой пороговый элемент 22 предназначен для определения возможности увеличения подачи воздуха по основной магистрали. Если $F < B_F^1$, то выдается позиционный сигнал на первый вход четвертого элемента 27 совпадения.

Седьмой пороговый элемент 23 предназначен для сравнения сигнала W_1 с ограничениями H_{W_1} , B_{W_1} . Если $H_{W_1} < W_1 < B_{W_1}$, то выдается позиционный сигнал на второй вход третьего элемента 26 совпадения.

Первый элемент 24 совпадения предназначен для выдачи позиционного сигнала на первый вход элемента ИЛИ 28 при наличии сигналов на двух входах элемента 24.

Второй элемент 25 совпадения предназначен для выдачи позиционного сигнала на второй вход элемента ИЛИ 28 при наличии сигналов на двух входах элемента 25.

Третий элемент 26 совпадения предназначен для выдачи позиционного сигнала на второй вход блока 34 форсажа при наличии сигналов на двух входах элемента 26.

Четвертый элемент 27 совпадения предназначен для выдачи позиционного сигнала на второй вход второго ограничителя 32 при наличии сигналов на двух входах элемента 27.

Логический элемент ИЛИ 28 предназначен для выдачи позиционного сигнала на вход элемента 30 при наличии сигнала хотя бы на одном из входов элемента 28.

Функциональный блок 29 предназначен для определения по величине требуемого изменения расхода воздуха величины управления, выдаваемого на третий вход первого ограничителя 31. В частном случае он может быть реализован на базе типового усилительного звена, коэффициент усиления которого положителен при подключении клапана 12 параллельно основной магистрали и отрицателен при отводе части воздуха в атмосферу.

Логический элемент 30 отрицания предназначен для формирования позиционного

сигнала при отсутствии входного сигнала, при наличии входного сигнала сигнал на выходе элемента 30 отсутствует. С выхода элемента 30 сигнал подается на первый и второй входы третьего ограничителя 33.

Первый ограничитель 31 предназначен для корректировки управления, поступающего на его третий вход в соответствии с сигналами, выдаваемыми первым и вторым пороговыми элементами 17, 18. Если управление, поступающее от функционального блока 29, соответствует увеличению степени открытия клапана 12 или сохранению прежнего значения ($\Delta W_2 \geq 0$) и есть сигнал от элемента 18 или если управление соответствует уменьшению степени открытия ($\Delta W_2 < 0$) и есть сигнал от элемента 17, то управление не меняется, в остальных случаях принимается $\Delta W_2 = 0$, т.е. сигнал ограничивается.

Второй ограничитель 32 предназначен для корректировки управления, поступающего на его третий вход в соответствии с сигналами, выдаваемыми третьим пороговым элементом 19 и четвертым элементом 27 совпадения. Если управление от третьего регулятора 10 соответствует увеличению подачи воздуха или сохранению прежней подачи ($\Delta F \geq 0$) и есть сигнал от элемента 27 или если управление от регулятора соответствует уменьшению подачи воздуха ($\Delta F < 0$) и есть сигнал от элемента 19, то управление не меняется, в остальных случаях принимается $\Delta F = 0$. Третий ограничитель 33 предназначен для корректировки управления, поступающего на его третий вход, в соответствии с сигналом от элемента 30. При наличии сигнала от элемента 30 ограничитель 33 пропускает и увеличение, и уменьшение управления, а при отсутствии сигнала от элемента 30 ограничитель 33 блокирует и увеличение, и уменьшение управления.

Блок 34 форсажа предназначен для корректировки управления, подаваемого на его первый вход. В частном случае он может быть реализован на базе типового форсирующего звена.

При отсутствии сигнала на втором входе блока 34 этот блок отключается (например, за счет зануления коэффициента передачи).

Пропорциональный элемент 35 предназначен для умножения входной величины на заданный коэффициент. Элемент 35 может быть реализован на базе пропорционального звена. В частном случае коэффициент передачи этого звена может изменяться в пределах 0 – 1.

Измеритель 36 состава предназначен для определения текущего значения концентрации водорода или соотношения между водородом и азотом в системе циркуляции. Он может быть реализован на базе промышленного газоанализатора (хроматографа).

Первый и второй пороговые блоки 37 и 38 предназначены для определения характера изменения степени открытия клапана 12. Если $\Delta W_2 \geq 0$, то блок 37 выдает позиционный сигнал на второй вход элемента 24; если $\Delta W_2 < 0$, блок 38 выдает позиционный сигнал на второй вход элемента 25.

Измеритель 39 предназначен для определения температуры газа после конвертера второй ступени и может быть реализован на базе датчика с термопарой. Второй сумматор 40 предназначен для суммирования двух сигналов, поступающих на его входы.

Реализация ограничителей 31, 32, 33, является общеизвестной. Они могут быть реализованы на базе стандартных элементов, тривиальных по принципу функционирования.

Один из возможных примеров реализации такого ограничителя приведен на фиг. 2. Ограничитель содержит третий пороговый блок 43, второй логический элемент 44 отрицания, пятый и шестой элементы И 45 и 46, второй логический элемент ИЛИ 47, релейный элемент 48.

Пороговый блок определяет характер изменения управления V , подаваемого на его вход. Если $\Delta V \geq 0$, то выдается позиционный сигнал на вход элемента 44 отрицания и второй вход элемента И 46. Элемент 44 выдает позиционный сигнал на второй вход элемента И 45 при отсутствии позиционного сигнала на входе элемента 44. Элементы 45 и 46 формируют позиционные сигналы при наличии сигналов на обоих входах каждого из этих блоков.

Сигналы, сформированные элементами 45, 46, передаются на входы элемента ИЛИ 47. Элемент ИЛИ 47 формирует сигнал на включение релейного элемента 48 при наличии хотя бы одного входного сигнала. Включенный релейный элемент 48 пропускает управляющий сигнал, а при выключенном элементе 48 приращение управления равно нулю ($\Delta V = 0$).

Система работает следующим образом.

При помощи контура регулирования, содержащего регулятор 8, клапан 5 и измеритель 4, поддерживается расход природного газа, равный заданию, вводимому с помощью задатчика 6. При помощи компенсатора 7 определяется управление по подаче

воздуха, компенсирующего возмущение по подаче газа, это управление подается на первый вход сумматора 16. При помощи измерителя 36 и регулятора 10 определяется управление по подаче воздуха из условия поддержания состава смеси в системе циркуляции относительно задания, вводимого в регулятор 10, управление подается на третий вход ограничителя 32. При помощи измерителя 15 и порогового элемента 19 определяется возможность снижения подачи воздуха, при наличии такой возможности сигнал от элемента 19 подается на первый вход ограничителя 32. С помощью пороговых элементов 21, 22, элемента совпадения 27 и измерителя 39 определяется возможность увеличения подачи воздуха, при наличии такой возможности выдается сигнал от элемента 27 на второй вход ограничителя 32. С помощью ограничителя 32 корректируют управление от регулятора 10 в зависимости от возможности увеличения и уменьшения подачи воздуха. С выхода ограничителя 32 управление подают на входы блока 34 и элемента 35.

При помощи формирователя 13, пороговых элементов 20, 23 и элемента 26 совпадения определяется возможность выдачи форсированного управления, при наличии такой возможности выдается сигнал на второй вход блока 34 форсажа. При наличии сигнала на втором входе блок форсажа выдает форсированное управление по подаче воздуха, при отсутствии этого сигнала управления от ограничителя 32 проходит только через элемент 35. При помощи второго сумматора 40 производится суммирование выходных сигналов блока 34 и элемента 35. С помощью функционального блока 29 управление преобразуется в величины, соответствующие изменению подачи воздуха клапаном 12. При помощи пороговых элементов 17, 18 и формирователя 14 определяется возможность уменьшения и увеличения подачи воздуха по байпасной магистрали. При возможности увеличения подается сигнал на второй вход ограничителя 31 и первый вход элемента 24 совпадения, при возможности уменьшения выдается сигнал на первые входы ограничителя 31 и элемента 25 совпадения. С помощью пороговых блоков 37, 38 определяется характер требуемого изменения степени открытия клапана 12 и выдаются соответствующие сигналы на вторые входы элементов 24, 25. При помощи элементов 24, 25 совпадения, элемента ИЛИ 28 и элемента 30 отрицания вырабатывается сигнал на снятие блокировки ограничителя 33 при недопустимости отработки управле-

ния с помощью клапана 12, при отработке управления клапаном 12 сигнал на выходе элемента 30 отсутствует. С помощью ограничителя 31 корректируют управление в зависимости от возможности увеличения и уменьшения подачи воздуха клапаном 12. При помощи ограничителя 33 корректируют управление в зависимости от сигнала от элемента 30, и при недопустимости отработки управления клапаном 12 управление через ограничитель 33 поступает на второй вход сумматора 16, с помощью которого определяется результирующее управление и выдается в камеру задания регулятора 9, который поддерживает задаваемый расход воздуха по основной магистрали, выдавая управления на клапан 11, с помощью клапанов 11 и 12 изменяется подача воздуха с целью обеспечения заданного состава циркуляционной смеси с учетом динамических характеристик объекта и компенсацией возмущений в нормальном и предаварийном режимах работы.

Работа системы может быть улучшена, если в систему ввести контур стабилизации расхода воздуха по байпасной магистрали (фиг.3), включающий измеритель 41 расхода дополнительного воздуха и четвертый регулятор 42, связанный выходом с клапаном 12. При этом управление от ограничителя 31 выдается не на клапан 12, а в камеру задания регулятора 42. При этом расход воздуха через клапан 12 поддерживается равным заданию, поступающему от блока 29 через ограничитель 31.

Работа системы также может быть улучшена, если выход третьего элемента 26 совпадения дополнительно подключить к входу формирования параметров настройки третьего регулятора 10 (фиг.4). При этом параметры настройки регулятора 10 корректируются в зависимости от сигнала, формируемого элементом 26.

Предложенная система может быть реализована как с использованием УВМ, так и на базе стандартных аналоговых средств автоматизации. Предложенная система обеспечивает по сравнению с прототипом более высокое качество управления составом циркуляционной смеси, поскольку обеспечивает более полный учет динамических характеристик объекта и действие на объект возмущений в нормальном и в предаварийном режимах работы. Это приводит к повышению стабильности процесса, предупреждению предаварийных режимов и увеличению его производительности.

Формула изобретения

1. Система автоматического управления процессом синтеза аммиака, содержащая

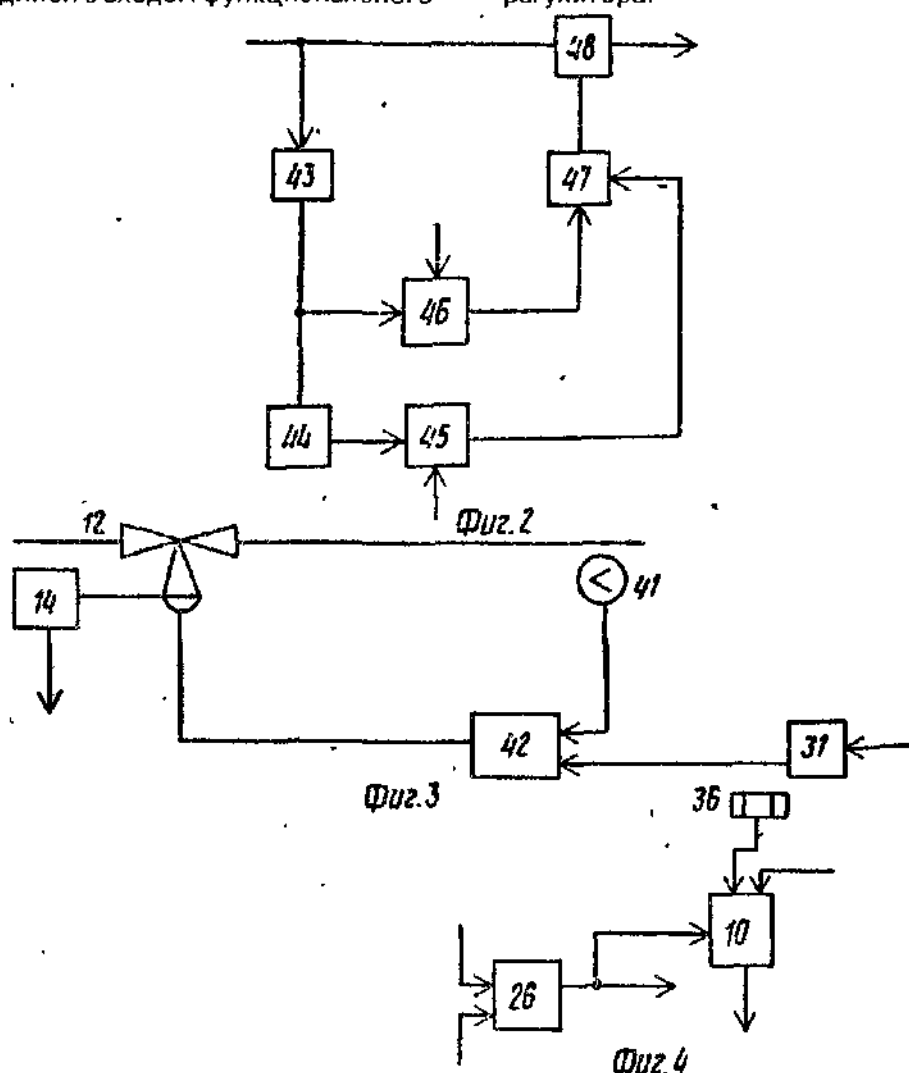
измеритель расхода природного газа, подключенный к первому входу первого регулятора, выход которого связан с клапаном подачи газа, задатчик, выход которого соединен с вторым входом первого регулятора, формирователь положения второго клапана, параллельно подключенный к входам первого и второго пороговых элементов, выходы которых соединены с первыми входами соответственного второго и первого элементов совпадения И, выход первого элемента совпадения И связан с первым входом логического элемента ИЛИ, измеритель основного расхода воздуха, подключенный выходом к входу третьего порогового элемента, измеритель температуры газа, выход которого соединен с входом четвертого порогового элемента, пятый, шестой и седьмой пороговые элементы, выходы четвертого и седьмого пороговых элементов подключены к обоим входам третьего элемента совпадения И, выход шестого порогового элемента соединен с первым входом четвертого элемента совпадения И, три ограничителя, второй и третий регуляторы, выход первого ограничителя связан с вторым клапаном, измеритель состава, подключенный через третий регулятор к третьему входу второго ограничителя, формирователь положения первого клапана, соединенный с входом седьмого порогового элемента, и функциональный блок, отличающийся тем, что, с целью увеличения производительности процесса за счет повышения качества управления составом смеси в системе циркуляции и предупреждения аварийных режимов, она дополнительно содержит компенсатор, два сумматора, логический элемент отрицания, блок форсажа, пропорциональный элемент и два пороговых блока, при этом выход задатчика подключен также через компенсатор к первому входу первого сумматора, соединенному своим вторым входом с выходом третьего ограничителя, а выходом — с первым входом второго регулятора, измеритель основного расхода воздуха связан также с вторым входом второго регулятора, выход которого соединен с первым клапаном, выходы первого и второго пороговых элементов подключены к первому и второму входам первого ограничителя, выход функционального блока параллельно соединен с третьим входом первого ограничителя и входами первого и второго пороговых блоков, выходы которых подключены к вторым входам соответственно первого и второго элементов совпадения И, выход второго элемента совпадения И связан с вторым входом логического элемента ИЛИ, подклю-

ченного через элемент отрицания к первому и второму входам третьего ограничителя, измеритель температуры газа после конвертора второй ступени соединен также с входом пятого порогового элемента, 5 подключенного своим выходом к второму входу четвертого элемента совпадения И, выход которого связан с вторым входом второго ограничителя, подключенного своим первым входом к выходу третьего порогового элемента, а выходом — к входу пропорционального элемента и к первому входу блока форсажа, второй вход которого соединен с 10 выходом третьего элемента совпадения И, выходы пропорционального элемента и блока форсажа подключены к обоим входам второго сумматора, выход которого параллельно соединен с входом функционального

блока и третьим входом третьего ограничителя, а выход измерителя основного расхода воздуха связан также с входом шестого порогового элемента.

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит измеритель дополнительного расхода воздуха и четвертый регулятор, при этом измеритель дополнительного расхода воздуха подключен к первому входу четвертого регулятора, а выход первого ограничителя соединен с вторым клапаном через второй вход четвертого регулятора.

3. Система по пп.2 и 1, отличающаяся тем, что выход третьего элемента совпадения И подключен также к входу формирования параметров настройки третьего регулятора.



Редактор М. Циткина

Составитель Г. Огаджанов
Техред М. Моргентал

Корректор Л. Пагай

Заказ 729

Тираж 306

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035 Москва, Ж-35 Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101