



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

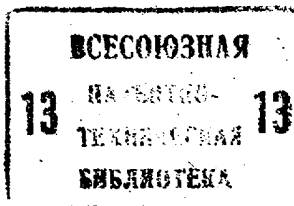
(19) **SU** (11) **1194523** **A**

(5D) 4 В 21 В 37/02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3690472/22-02

(22) 18.01.84

(46) 30.11.85. Бюл. № 44

(71) Днепропетровский ордена Трудового Красного Знамени металлургический институт им. Л.И.Брежнева

(72) В.Н.Коротченко, Г.С.Щербина, А.Н.Чернышев, М.Д.Зинченко, Э.В.Кузнецов, В.Л.Озоль, Л.А.Збарский и Б.В.Гнездилов

(53) 621.771.23.62-52 (088.8)

(56) М.Г.Бердянский, И.И.Бродский, Г.Я.Крюков и др. Опытная система автоматического контроля и регулирования толщины стенки труб. ЦНИИЧМ, 1969, № 20/616, с. 47.

Авторское свидетельство СССР № 725735, кл. В 21 В 37/02, 1977.

(54)(57)СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТОЛЩИНЫ СТЕНКИ ТРУБ НА ТРУБОПРОКАТНОМ АГРЕГАТЕ, содержащая адаптивный идентификатор, датчик раствора валков, датчики температуры и мощности на первом стане продольной прокатки, выходы которых соединены с первым и вторым входами адаптивного идентификатора, и исполнительный механизм второго стана продольной прокатки, вход которо-

го подсоединен к выходу адаптивного идентификатора, отличающаяся тем, что, с целью повышения точности регулирования средней толщины стенки труб, она дополнительно содержит блок измерения отклонения средней толщины стенки труб, установленный на выходе калибровочного стана, два блока вычисления дисперсии средней толщины стенки труб, блок коррекции модели толщины стенки труб, причем выход блока измерения отклонения средней толщины стенки труб через первый блок вычисления дисперсии средней толщины стенки труб соединен с первым входом блока коррекции модели толщины стенки, входы блока косвенного измерения отклонения средней толщины стенки труб на выходе второго стана продольной прокатки подключены к выходам датчиков раствора валков и мощности и к выходу блока коррекции модели толщины стенки труб, а выход - с третьим входом адаптивного идентификатора и через второй блок вычисления дисперсии средней толщины стенки со вторым входом блока коррекции модели толщины стенки труб.

№ **SU** (11) **1194523** **A**

Изобретение относится к управлению процессами прокатки, в частности к регулированию толщины стенки труб.

Целью изобретения является повышение точности регулирования средней толщины стенки труб.

На фиг. 1 представлена функциональная схема системы автоматического регулирования толщины стенки труб на трубопрокатном агрегате; на фиг. 2 - структура адаптивного идентификатора; на фиг. 3 - структура блока косвенного измерения отклонения средней толщины стенки труб; на фиг. 4 - структура блока коррекции модели толщины стенки труб; на фиг. 5 - структура блока вычисления дисперсии средней толщины стенки труб; на фиг. 6 - структура блока измерения отклонения средней толщины стенки труб.

Система включает (фиг. 1) адаптивный идентификатор 1, датчики мощности 2 и температуры 3, установленные на первом стане 4 продольной прокатки, датчик 5 раствора валков, исполнительный механизм 6 и датчик 7 мощности, установленные на втором стане 8 продольной прокатки, блок 9 измерения отклонения средней толщины стенки труб, установленный на выходе калибровочного стана 10, блок 11 вычисления дисперсии средней толщины стенки труб, блок 12 коррекции модели толщины стенки труб, блок 13 косвенного измерения отклонения средней толщины стенки труб, блок 14 вычисления дисперсии средней толщины стенки труб и обкатные станы 15.

Адаптивный идентификатор 1 осуществляет перед прокаткой определение управляющего воздействия (изменения межвалкового зазора во втором стане 6 продольной прокатки) по сигналам с датчика мощности 3 и датчика температуры 2, после прокатки - уточнение коэффициентов модели управляющего воздействия по результатам измерения отклонения толщины стенки косвенным способом в блоке 13 косвенного измерения отклонения средней толщины стенки труб.

Адаптивный идентификатор 1 (фиг. 2) состоит из блоков 16 и 17 определения отклонения соответственно температуры и мощности от сред-

них значений блоков 18 и 19 вычисления поправок коэффициентов передачи соответственно по температуре и мощности, блоков 20 и 21 определения знаков отклонений по температуре и мощности соответственно, блоков 22 и 23 вычисления коэффициентов передачи по температуре и мощности соответственно, блоков 24 и 25 вычисления величины управляющего воздействия по температуре и мощности и блока 26 суммирования. Блоки 16 и 17 адаптивного определения отклонений температуры от среднего значения и отклонений мощности от среднего значения по структуре идентичны и включают следующие блоки: 27 и 28 (29 и 30) вычитания, 31 (32) суммирования, 33 и 34 (35 и 36) умножения и 37 (38) задержки. Блоки 18 и 19 вычисления поправок коэффициентов передачи по каналам температуры и мощности идентичны и в свою очередь включают блоки умножения 39 (40) и деления 41 (42). Блоки 22 и 23 вычисления коэффициентов передачи по каналу температуры (K_1) и мощности (K_2) по структуре идентичны и включают блоки суммирования 43 (44) и задержки 45 (46). Блоки 24 и 25 управления по каналу температуры и мощности, а также блоки 26 суммирования, формируют блок 47 определения величины управляющего воздействия.

Блок 13 косвенного измерения отклонения средней толщины стенки труб (фиг. 3) состоит из блока 48 определения отклонения мощности от текущего среднего значения, аналогичного блокам 16 и (17), блока 49 определения отклонения раствора валков от установленного при настройке, блоков умножения 50 и суммирования 51. Блок 49 состоит из блока 52 запоминания значения раствора валков после настройки стана, которое запоминается при включении системы, и блока 53 вычитания.

Блок 12 коррекции коэффициента математической модели толщины стенки труб (фиг. 4) состоит из блоков вычитания 54 и 55, умножения 56 и задержки 57.

Блок 11 (14) вычисления текущей дисперсии толщины стенки (фиг. 5) состоит из блока 58 возведения в квадрат, блока 59 вычисления текущего среднего значения квадрата

отклонения средней толщины стенки труб. Блок 59 состоит из блока 60 вычитания, блоков 61 и 62 умножения, блока 63 суммирования и блока 64 задержки.

Блок 9 измерения отклонения средней толщины стенки труб за калибровочным станом (фиг. 6) состоит из измерителя 65 средней толщины стенки труб и блока 66 вычисления отклонения средней толщины стенки труб от текущего значения средней толщины стенки труб, аналогичного блокам 16 (17).

Система работает следующим образом.

При прокатке трубы в первом стане 4 продольной прокатки датчиками 2 температуры и 3 мощности осуществляется измерение температуры и активной мощности. Эти сигналы вводятся в адаптивный идентификатор 1.

В адаптивном идентификаторе 1 вычисляется величина управляющего воздействия на межвалковый зазор во втором стане продольной прокатки $\Delta S_{2,n}$ по выражению

$$\Delta S_{2,n} = K_{1,n-1} \Delta T_{1,n} + K_{2,n-1} \Delta N_{1,n} \quad (1)$$

где $\Delta T_{1,n}$ - отклонение температуры металла в первом стане продольной прокатки;

$\Delta K_{1,n}$ - отклонение мощности привода первого стана продольной прокатки;

$K_{1,n-1}, K_{2,n-1}$ - коэффициенты.

Исполнительный механизм 6 устанавливает требуемое значение межвалкового зазора в паузе, которая определяется с момента выхода из второго стана 8 продольной прокатки предыдущей трубы до момента входа следующей трубы во второй стан 8 продольной прокатки, т.е. изменение межвалкового зазора осуществляется при отсутствии металла во втором стане 8 продольной прокатки. При прокатке трубы во втором стане 8 по сигналам с датчика 7 мощности 4 и датчика 5 раствора валков в блоке 13 косвенного измерения отклонения средней толщины стенки трубы отклонение средней толщины стенки во втором стане 8 продольной прокатки определяется по выражению

$$\Delta h_{k,n} = \Delta S_{2,n} + K_{N,n} \Delta N_{2,n}, \quad (2)$$

где $\Delta S_{2,n}$ - отклонение межвалкового зазора во втором стане продольной прокатки;

$\Delta N_{2,n}$ - отклонение мощности привода второго стана продольной прокатки;

$K_{N,n}$ - коэффициент.

После прокатки этой же трубы во втором стане 8 продольной прокатки сигнал с блока 13 косвенного измерения отклонения средней толщины стенки труб поступает в адаптивный идентификатор 1, в котором уточняются значения коэффициентов $K_{1,n}$ и $K_{2,n}$.

$$K_{1,n} = K_{1,n-1} + \gamma_1 \frac{\Delta h_{k,n}}{\text{sign } \Delta T_{1,n}}; \quad (3)$$

$$K_{2,n} = K_{2,n-1} + \gamma_2 \frac{\Delta h_{k,n}}{\text{sign } \Delta N_{1,n}};$$

где γ_1 и γ_2 - весовые коэффициенты.

После прокатки на станах продольной прокатки труба поступает на обкатные станы 15, где осуществляется ее обкатка и выравнивание толщины стенки, далее - на калибровочный стан 10.

После калибровочного стана 10 сигнал с блока 9 прямого измерения отклонения средней толщины стенки готовой трубы Δh_{n-1} поступает на вход блока 11 вычисления текущей дисперсии, вычисляющего значение текущей дисперсии $D_{h,n}$ по значениям толщины стенки труб с прямого измерителя толщины Δh_n по выражению

$$D_{h,n} = (1 - \alpha_1) \Delta \bar{h}_{n-1}^2 + \alpha_1 \Delta h_n^2, \quad (4)$$

где α_1 - коэффициент.

Аналогично в блоке 14 вычисляется текущая дисперсия по сигналам с блока 13 косвенного измерения отклонения толщины стенки труб. Сигналы с выходов блока 11 и 14 поступают на входы блока 12 коррекции, в котором определяется разность дисперсий и уточняется коэффициент $K_{N,n}$ по выражению

$$K_{N,n} = K_{N,n-1} - \alpha_2 (D_1 - D_n), \quad (5)$$

где α_2 - коэффициент.

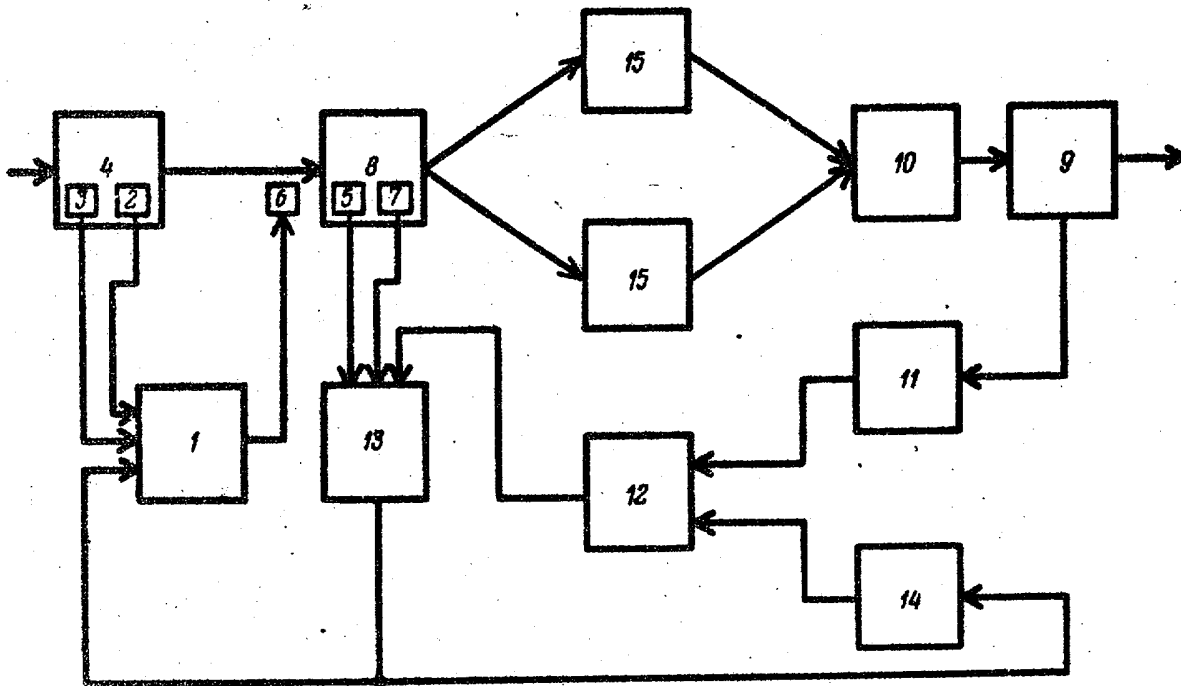
Сигнал с выхода блока 12 коррекции поступает на вход блока 13 косвенного измерения толщины.

Управление межвалковым зазором и коррекция коэффициентов передачи

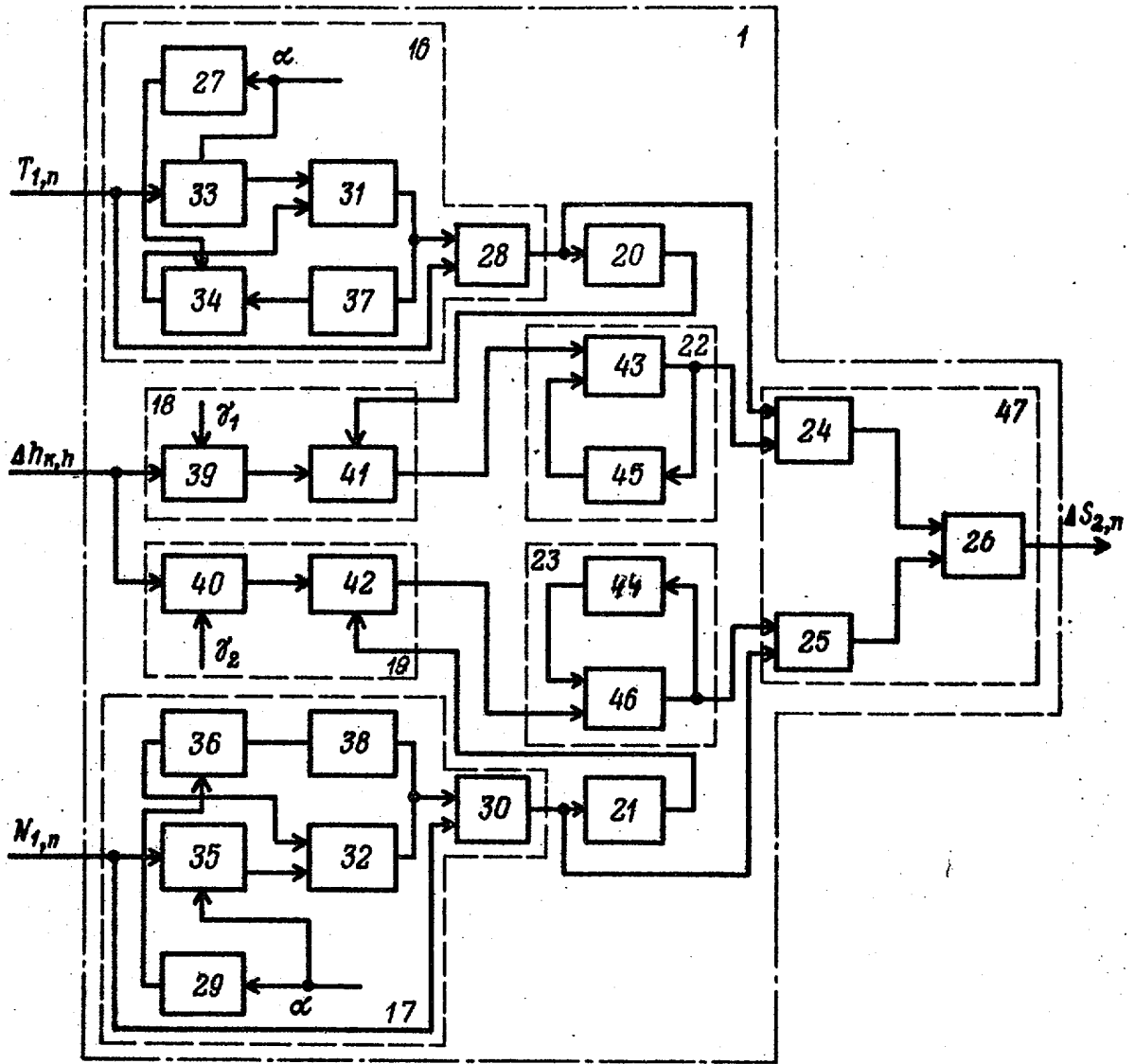
по управляющему воздействию K_1 и K_2 осуществляется на каждой трубе, процесс повторяется циклически по мере прихода новой трубы. Уточнение коэффициента $K_{N,n}$ происходит с транспортным запаздыванием, что вызвано расположением прямого измерителя толщины за калибровочным станом.

Применение системы автоматического регулирования толщины стенок труб

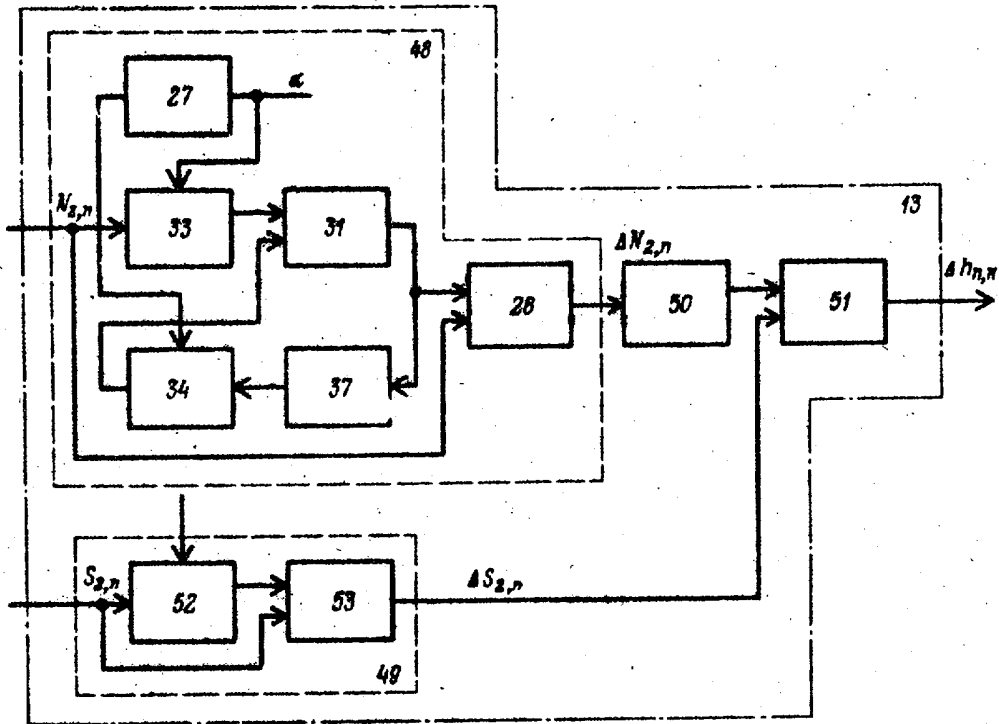
на трубопрокатном агрегате обеспечивает экономию металла на 1-2% за счет повышения точности толщины стенок труб; более высокую точность регулирования толщины стенки трубы в партии; упрощение контура управления; сокращение требований к оперативной памяти блока адаптивной идентификации и уменьшение количества вычислений на каждом такте.



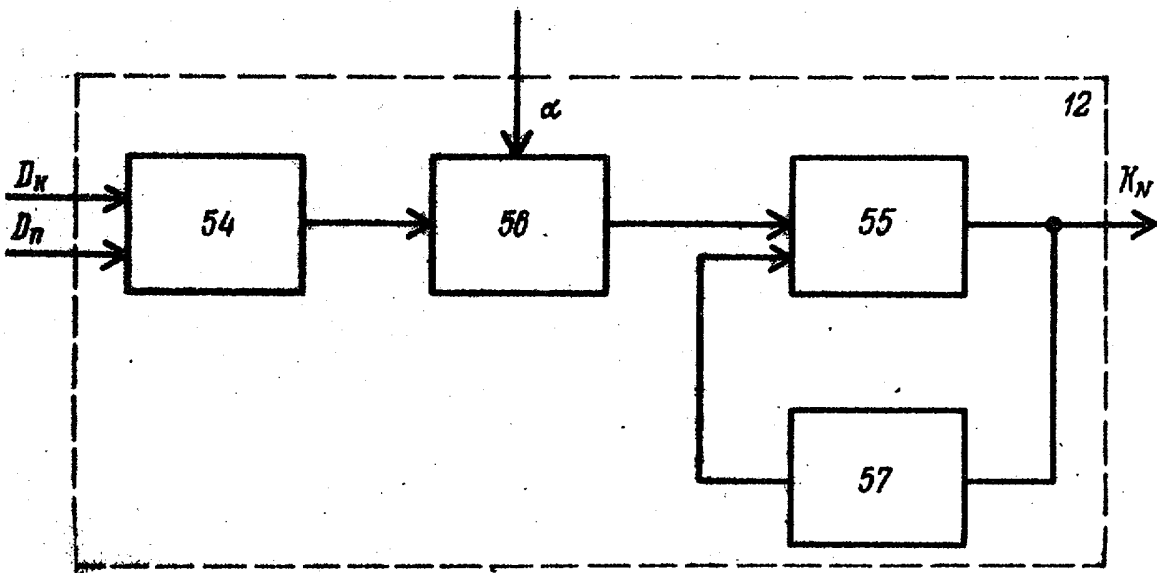
Фиг. 1



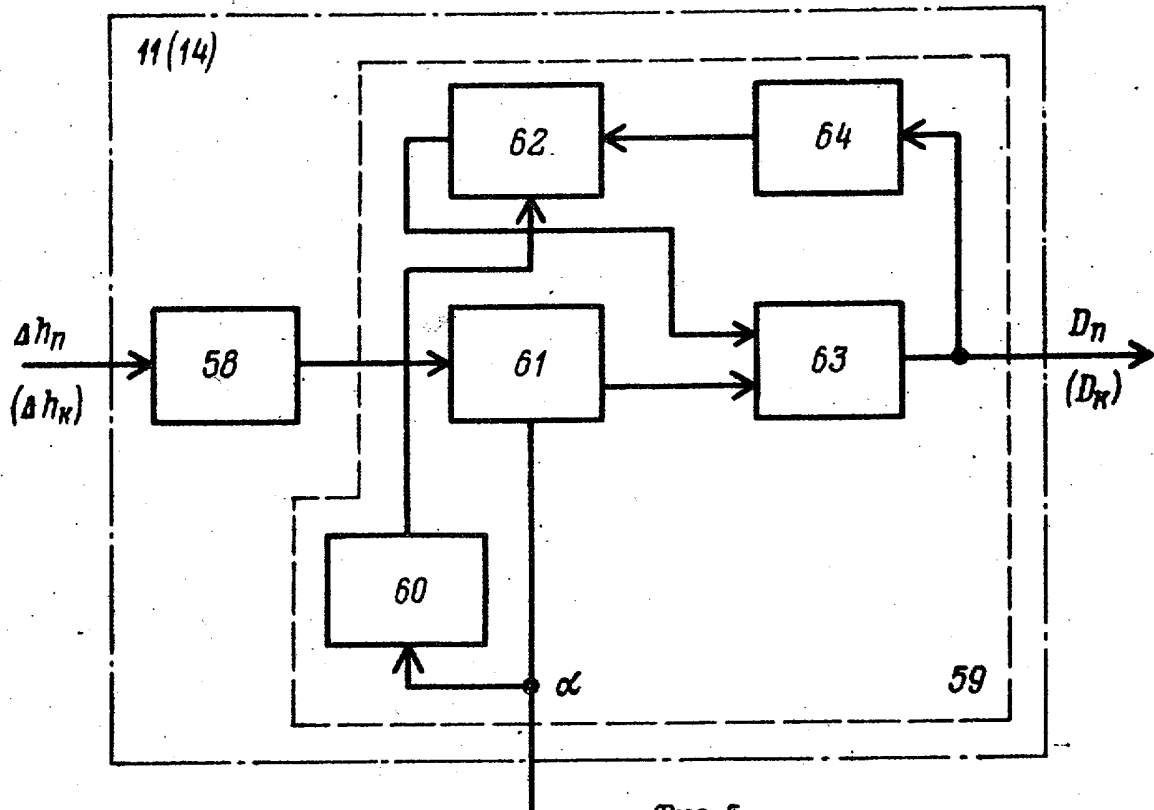
Фиг. 2



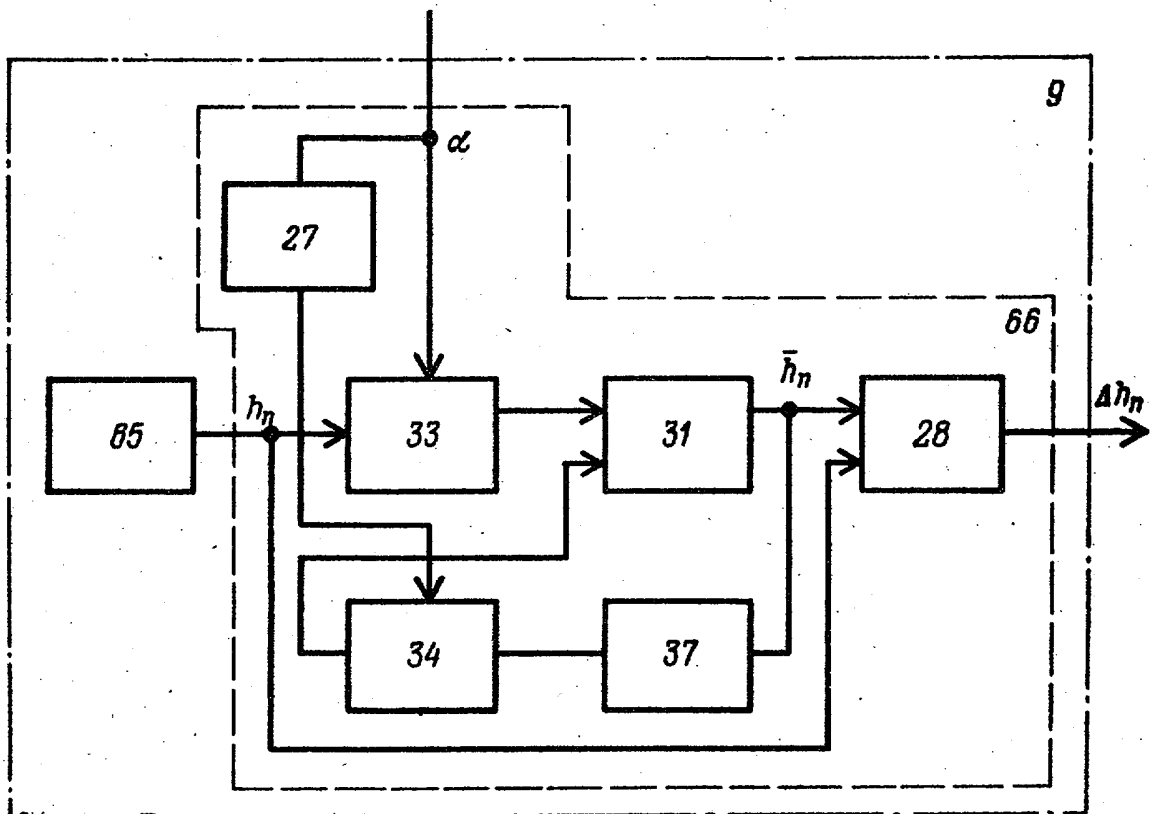
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6