

РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ



(19) BG

(11) 107801 A  
7(51) G 05 D 11/13  
F 02 D 9/00

ЗАЯВКА ЗА ПАТЕНТ

ЗА

ИЗОБРЕТЕНИЕ

ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО

(21) Регистров № 107801  
(22) Заявено на 12.05.2003  
(24) Начало на действие  
на патента от:

Приоритетни данни

(31) 0025231 (32) 14.10.2000 (33) GB

(41) Публикувана заявка в  
бюлетин № 7 на 30.07.2004  
(45) Отпечатано на  
(46) Публикувано в бюлетин №  
на  
(56) Информационни източници:

(62) Разделена заявка от рег. №

(71) Заявител(и):  
COVENTRY UNIVERSITY, COVENTRY (GB)

(72) Изобретател(и):  
Keith J. Burnham  
Marcus P. Grant, Coventry (GB)

(74) Представител по индустриална  
собственост:  
Красимира Дамянова Цоцова, 1113 София,  
ул. "Ген. Щерю Атанасов" 5

(86) № и дата на PCT заявка:  
СТ/GB2001/004586, 15.10.2001

(87) № и дата на PCT публикация:  
WO2002/033499, 25.04.2002

**(54) МЕТОД И СИСТЕМА ЗА РЕГУЛИРАНЕ НА СЪОТНОШЕНИЕТО МЕЖДУ ПРОМЕНЛИВ ПАРАМЕТЪР НА ИЗПРЕВАРВАНЕ И РЕГУЛИРУЕМ ПАРАМЕТЪР НА ЗАБАВЯНЕ ЗА ИЗПРЕВАРВАЩ/ЗАБАВЯЩ ПРОЦЕС**

(57) В метода и системата за управление на съотношението въздух/газ в изпреварваща/забавяща газова горивна инсталация параметрите на изпреварване и забавяне се контролират, за да се подават сигнали за изпреварващо пускане и за забавящо пускане, представляващи стойности на тези параметри. Сигналите се сравняват, за да се подаде сигнал за грешка, показващ отклонение-то в съотношението между параметрите на изпреварване и забавяне от някакво предварително избрано съотношение. След това параметърът на забавяне се регулира, за да се намали отклонението при положение, че превишава някакво предварително избрано отклонение.

28 претенции, 7 фигури

BG 107801 A

12.05.03

WO 02/33499 A3

PCT/GB01/04586

**Метод и система за регулиране на съотношението между  
променлив параметър на изпреварване и регулируем параметър  
на забавяне за изпреварващ/забавящ процес**

Настоящото изобретение се отнася за метод и система за регулиране на съотношението между един променлив параметър на изпреварване и един регулируем параметър на забавяне за нуждите на изпреварващ-забавящ процес, и по-специално, но не само, за устройство за регулиране на съотношението въздух/газ в газова горивна инсталация.

Известно е, че съотношението въздух/газ (СВГ) в дадена газова горивна инсталация трябва да се поддържа константно, за да се получи оптимална ефективност на горенето в инсталацията. В горивната инсталация се монтират устройства за регулиране на съотношението въздух/газ, с цел да може това съотношение да се поддържа постоянно, в случай че дебитът на газовия поток се увеличи или намалее. За да се постигне това, устройството за регулиране на съотношението въздух/газ следи дебита на газовия поток и го регулира съответно, като най-често управлява някакъв клапан, монтиран в тръбопровода за подаване на въздуха.

12.05.03

Известни проблеми при използваните досега средства за управление на съотношението въздух/газ създава трудното регулиране на дебита на въздушния поток, за да може той да се адаптира съответно към дебита на газовия поток. Настоящото изобретение си поставя за цел да предложи усъвършенстван метод и система за управление на съотношението въздух/газ.

За целта изобретението предлага метод за регулиране на съотношението между един променлив параметър на изпреварване и един настройващ се (регулируем) параметър на забавяне за осъществяването на изпреварващ/забавящ процес, като методът включва: следене на споменатия параметър на изпреварване и подаване на сигнал за изпреварване, отнасящ се за величината на споменатия параметър на изпреварване; следене на споменатия параметър на забавяне и подаване на забавящ сигнал, отнасящ се за величината на споменатия параметър на забавяне; сравняване на споменатите сигнали за изпреварване и за забавяне и подаване на сигнал за грешка, посочващ отклонението в съотношението между споменатите параметри на изпреварване и на забавяне спрямо някакво предварително избрано съотношение; регулиране на споменатия параметър на забавяне с оглед да се редуцира споменатото отклонение, при положение че това отклонение превишава някаква предварително избрана стойност.

В едно от препоръчваните изпълнения съгласно настоящото изобретение споменатият сигнал за грешка бива сравнен с предварително избрана прагова стойност и споменатият параметър на забавяне се регулира според този сигнал за грешка, превишаваща споменатата предварително избрана прагова стойност. Съгласно изобретението сигналът за грешка бива

12.05.03

сравнен с някакъв обхват на грешка, дефиниран от предварително избрана първа, горна прагова стойност и предварително избрана втора, долна прагова стойност, като споменатият параметър на забавяне бива регулиран в отговор на получения сигнал за грешка, при положение, че тя излиза извън рамките на споменатия обхват на грешката.

Настоящото изобретение предлага също така и система за управление, осигуряваща регулирането на изпреварващ/забавящ процес, работещ с променлив параметър на изпреварване и регулируем параметър на забавяне, като системата включва, както следва: устройство за следене на изпреварването, имащо за задача да следи споменатия параметър на изпреварване; устройство за следене на забавянето, имащо за задача да следи споменатия параметър на забавяне и да подаде сигнал за забавяне, представляващ величината на споменатия параметър на забавяне; устройство за сравняване на споменатия сигнал за изпреварване и споменатия сигнал за забавяне, подаващо сигнал за грешка, посочваща отклонение в съотношението между споменатите параметри на изпреварване и на забавяне спрямо някаква предварително избрана пропорция; устройство за настройване (регулиране) на споменатия параметър на забавяне, с оглед да се намали отклонението, когато то превишава предварително избраната стойност за допустимо отклонение.

Съгласно предлаганото изобретение системата включва освен това и устройство за сравняване на праговата стойност с оглед да се осигури предварително избраната прагова стойност, както и устройство за сравняване на споменатия сигнал за грешка с предварително избраната прагова стойност. Устройството за

12.05.03

настройване (регулиране) има за задача да регулира споменатия параметър на забавяне според получения сигнал за грешка, при положение че той превишава споменатата прагова стойност, която може да се избира предварително.

Съгласно предлаганото изобретение споменатото устройство за праговата стойност се състои от едно първо устройство за горна прагова стойност, осигуряващо някаква предварително избрана първа, горна прагова стойност, както и едно второ устройство за долна прагова стойност, осигуряващо съответно предварително избраната долна прагова стойност, като по този начин може да бъде определен известен обхват на грешката; споменатото устройство за сравняване има за задача да сравни споменатия сигнал за грешка със споменатите предварително избрани горна и долна прагови стойности; споменатото устройство за настройване (регулиране) пък има за задача да регулира споменатия параметър за забавяне в зависимост от получения сигнал за грешка, при положение че той надхвърля рамките на споменатия вече обхват на грешката.

Ще разясним настоящото изобретение с помощта на посочените примери и приложените фигури, където:

На Фиг.1 е представена схематично блок-диаграма на типична газова горивна уредба;

На Фиг.2 е представена схематично блок-диаграма на регулиращо устройство въздух/газ, използвано в уредбата от Фиг. 1.

12.05.03

На Фиг.3 е представена схематично блок-диаграма на системата за управление, съдържаща регулиращо устройство за съотношението въздух/газ според едно от предлаганите примерни изпълнения на настоящото изобретение.

На Фиг. 4 е представена схематично блок-диаграма на регулиращо устройство за съотношението въздух/газ при друго възможно изпълнение съгласно настоящото изобретение.

На Фиг. 5 е дадена схематично блок-диаграма на модификация на управляващото устройство от Фиг. 4.

На Фиг. 6 е представен граф, показващ промяната в положението на клапана в зависимост от приложеното управляващо напрежение.

На Фиг. 7 е представен граф, показващ отклонението на клапанната характеристика в сравнение с показаното на Фиг. 6.

На Фиг. 8 е представен граф, отразяващ връзката между промяната в положението на клапана и зоната на пълна нечувствителност на уреда.

Типична газова горивна инсталация е показана на Фиг. 1. Инсталацията 10 се състои от три основни части: температурен регулатор 12, система за управление на съотношението въздух/газ 20 и горелка 40, инсталирани примерно в сушилна или обикновена пещ 41.

Температурният регулатор 12 може да управлява температурата в пещта 41 или като следи някакъв предварително зададен температурен профил, или като предостави възможност

12.05.03

на ползвателя да определи някакъв температурен профил по свое желание. За повишаване на температурата в пещта, примерно, регулаторът 12 определя параметрите на клапана в захранващия газопровод така, че да увеличи дебита на подавания към горивната камера газ, докато системата за управление на съотношението въздух/газ 20 регулира въздушния дебит, така че да се поддържа постоянно съотношение между дебита на въздуха и дебита на газа, подаван към горивната камера.

Типична конфигурация на система за управлението на съотношението въздух/газ е показана на Фиг. 2.

Системата 20 включва газовия клапан 22, монтиран към захранващия газопровод 24, за вариране на протичащия в газопровода газов дебит, датчик за измерване на газовия поток 26 е монтиран по посока на течението към газовия клапан 22 за следене на газовия поток в тръбопровода. По същия начин, един въздушен клапан 28 е разположен в определена точка в захранващия въздухопровод 30 за вариране на дебита на въздушния поток в тръбопровода, а датчик за измерване на въздушния поток 32 е монтиран по посока на течението към въздушния клапан 28 за отчитане на дебита на въздуха, протичащ през въздухопровода.

Газовият клапан 22 е свързан да получава входящ сигнал от температурния регулатор 12, за да регулира дебита на газовия поток. Въздушният клапан 28 получава входяща информация от устройството за регулиране на съотношението въздух/газ 34, така че да регулира дебита на въздушния поток в зависимост от дебита на газовия поток. Регулаторът за съотношението въздух/газ 34 получава информация и от датчика за измерване на газа, и от

12.05.03

датчика за измерване на въздуха 26, респективно 32, сравнява дебитите на газа и на въздуха и регулира съответно въздушния клапан, за да се поддържа желаното съотношение въздух/газ.

Видно е, че ако искаме да постигнем максимално ефективен горивен процес, устройството за регулиране на съотношението въздух/газ 34 ще трябва да накара въздушния клапан да следва промените в газовия клапан колкото се може по-стриктно.

Такава система обикновено бива наричана забавяща/-изпреварваща система. Когато в такава забавяща/изпреварваща система варира даден параметър на изпреварване (дебитът на газовия поток), един параметър на забавяне (в този случай дебитът на въздушния поток) бива регулиран съответно да поддържа постоянно съотношение между параметрите.

Дебитът на въздушния поток и на газовия поток се контролира чрез измервателните датчици на системата за регулиране на съотношението въздух/газ 20. Те следят дебита и го сверяват с някакъв предварително избран дебит. Параметърът на изпреварване (в разглеждания тук случай газовият дебит) и параметърът на забавяне (в разглеждания тук случай въздушният дебит) биват отчитани през определен интервал от време. Параметърът на изпреварване обикновено се отчита на по-малки интервали, отколкото параметъра на забавяне, като това отчитане може да става на всеки 20 ms. Честотата на отчитане на параметъра на забавяне се настройва според честотата на отчитане на параметъра на изпреварване, като в случаи като разглеждания тук обикновено това се прави на всеки 120 ms. Обичайната честота на отчитане на параметъра на забавяне е между 100 ms и 500 ms. Обикновено в една нормална газова

12.05.03

горивна инсталация се изисква съотношението между въздуха и газа да се поддържа в пропорция 10:1, известно като стехиометрично съотношение въздух/газ.. Промените в сигнала за опорната температура, настъпили в газовия клапан, се регулират с помощта на температурния регулатор 12. Тази промяна в дебита на газовия поток се следи от регулиращото устройство 34, което се задейства и регулира съответно въздушния клапан 28, за да възстанови съотношението въздух/газ до желаната стойност.

Щом при едно от периодичните отчитания от регулатора за съотношението въздух/газ бъде установена промяна в това съотношение (например съотношението въздух/газ се отклони от желаната стойност), регулаторът премества въздушния клапан в желаната посока (или към напълно отворено положение, или към напълно затворено положение на клапана) до извършване на следващото отчитане.

Ако обаче грешката в съотношението въздух/газ е по-малка от промяната в съотношението въздух/газ, предизвикана от изместване на положението на въздушния клапан в продължение на един интервал на отчитане (времето между едно отчитане и следващото отчитане), клапанът ще отхвърли (няма да изпълни) посоченото положение и желаният дебит на въздушния поток няма да се получи. При следващото отчитане регулаторът 34 ще констатира грешка с обратен знак и ще премести позицията на клапана в обратна посока, например, ще задейства клапана към затворено положение, ако предишната грешка е налагала клапанът да се задейства към отворено положение, или обратно. Сега отново клапанът ще промени позицията си в обратна посока в рамките на интервала между две отчитания и ще остане,

12.05.03

респективно ще се затвори в първоначалното си положение, тоест положението, от което е бил коригиран най-напред в отговор на първоначално установената грешка в съотношението въздух/газ. Това отваряне и затваряне на клапана, известно като “люшкане”, се повтаря до тогава, докато грешката в съотношението въздух/газ остане постоянно една и съща или по-малка от промяната, предизвикана от изменението на отвора на въздушния клапан в продължение на един интервал на отчитане. Въздушният клапан, а това ще рече и дебитът на въздуха, ще осцилират около нивото, необходимо за да се постигне желаното съотношение въздух/газ. Тези осцилиращи трептения биват наричани граничен цикличен режим.

Ясно е, че ако грешката в съотношението въздух/газ превишава някаква определена прагова стойност (определена от промяната в съотношението въздух/газ, предизвикана от изменение в положението на въздушния клапан в рамките на интервала между две отчитания), няма да се получи граничен цикличен режим. Ако обаче грешката е под праговата стойност, такъв граничен цикличен режим ще възникне. За клапани с линейни характеристики, тоест клапани, които дават линейна крива на чувствителност, праговото ниво остава константно в операционния обхват на клапана. Разбира се, множество електромагнитни клапани имат нелинейна крива на чувствителност, когато дебитът на въздуха, протичащ през тях, варира нелинейно в съответствие с приложения управляващ сигнал. Следователно, промяната във въздушния поток, преминаващ през клапана по време на преместването му към напълно отворено положение, респективно към напълно

12.05.03

затворено положение в интервала между две отчитания ще бъде различно в зависимост от положението на клапана в рамките на работния му обхват (Фигура 6). Следователно праговото ниво, определящо величината, под която ще се появи граничен цикличен режим, ще варира над оперативния обхват на клапана.

Тъй като двигателят на клапана действа като интегратор, промяната в потока по време на интервала между две отчитания може да се изчисли с отчитане на характеристиката на клапана (Фигура 7). Диференциалната крива на характеристиката на клапана ще ни покаже колко ще се премества (отвори, респ. затвори) клапанът (и следователно, с колко дебитът на въздушния поток ще се промени) в рамките на интервала между отчитанията, в зависимост от първоначалното положение на клапана в оперативния му обхват. Тъй като грешките в съотношението въздух/газ може да бъдат както отрицателни, така и положителни величини, налага се да се проследят и двете — положителната и отрицателната - криви на отклонението по отношение на някаква централна, нулева стойност, с оглед да се установи праговото ниво. Както това е показано на Фигура 8, по този начин ще получим т.н- “гранична обвивка на грешката”, в рамките на която обвивка ще възникне граничен цикличен режим (Фигура 8). Такъв граничен цикличен режим ще се получи, когато

$$|\epsilon_{(Ts,u)}| > |\delta(u)| \quad (1)$$

където:

$\delta(u)$  е отклонението от характеристиката на клапана във всяко едно положение на клапана ( $u$ ), докато  $2\delta(u)$  представлява величината на зоната на нечувствителност на клапана;

$T_s$  е времето на отчитане, и

$u$  е положението на клапана.

Следователно, граничен цикличен режим няма да възникне, когато

$$|\epsilon_{(Ts, u)}| < |\delta(u)| \quad (2)$$

С оглед да се намали или да се елиминира напълно възникването на граничен цикличен режим в устройството за регулиране на съотношението въздух-газ, следва да се уверим, че въздушният клапан няма да бъде регулиращо коригиран, когато грешката е в рамките на въпросната гранична обвивка на грешката за клапана. Казано с други думи, когато е налице уравнение 1. В едно от изпълненията съгласно настоящото изобретение това е постигнато чрез използването на така наречената “зона на нечувствителност на уреда”, както това е описано по-долу.

На Фиг. 3 е показана схематично блок-диаграма на част от система за управление 90, в изпълнение с монтиран регулатор на

12.05.03

съотношението въздух/газ съгласно настоящото изобретение. Регулиращото устройство 100 има едно първо сравняващо устройство (компаратор) 102, свързано така, че да получава два входящи сигнала — първият от тях, от датчика 26 за газовия поток, е свързан към непреобразуващия вход на компаратора 102, а вторият, от датчик 32 за газовия поток, е свързан към преобразуващия изход. Извод от първия компаратор 102 е свързан, първо, към непреобразуващия вход на втори компаратор 104, и, второ, към преобразуващия вход на трети компаратор 106.

Положително и отрицателно фиксираните вериги за праговата стойност 108, 110, предназначението на които е описано по-долу, са свързани към непреобразуващия и към преобразуващия входове на втория и на третия компаратори 104, респективно 106. По един от входовете на всеки един от тези втори и трети компаратори 104, 106 е свързан към съответен операционен усилвател 112, 114. Изходящ кабелен проводник от всеки един от споменатите операционни усилватели е свързан към съответно реле 116, 118, което задейства въздушния клапан 28.

По време на работа на горивната инсталация 10 дебитите на газовия поток и на въздушния поток, подавани към горелката 40, се измерват с датчиците 26, 32, всеки един от които генерира сигнал  $S_g, S_a$ , отговарящ на съответния дебит, и изпраща сигнала до устройството за регулиране на съотношението въздух/газ 100.

Сигналът за газовия поток  $S_g$  и сигналът за въздушния поток  $S_a$  се подават към първия компаратор 102 - сигналът за газовия поток  $S_g$  на непреобразуващия вход, а сигналът за

12.05.03

въздушния поток  $S_a$  на преобразувания вход. Компараторът 102 сравнява двата сигнала и генерира сигнал за грешка  $\epsilon$  като функция от сравнението.

Сигналът за грешка  $\epsilon$  представлява разликата между действителния въздушен поток, измерен от сензора 32, и желателния въздушен поток, така че се получава стехиометричното съотношение въздух/газ с действителния дебит на газовия поток в дадения момент. Тъй като датчикът 32 ще подаде нормално сигнал за въздуха  $S_a$ , който е от порядъка на десетократно по-голям от сигнала за газа  $S_g$ , подаден от газовия сензор 26 за стехиометричното съотношение (тоест дебит на въздушния поток, който е десет пъти по-голям от дебита на газовия поток) величината на сигнала за въздуха  $S_a$ , е регулирана на същото равнище както сигнала за газа  $S_g$  за едно стехиометрично съотношение. Това може да се постигне с помощта на прост делител на волтажа за датчика за въздушния поток 32.

Сигналът за грешка  $\epsilon$  се подава на непреобразувания вход на втория компаратор 104 и на преобразувания вход на третия компаратор 106, всеки от които сравнява стойността на сигнала за грешка  $\epsilon$  с фиксираните положителна и отрицателна прагови стойности, получени от положителната и отрицателната вериги за прагова стойност 108, респективно 110.

При положение че стойността на сигнала за грешка  $\epsilon$  е по-голяма от, респективно равна на положителната прагова стойност, компараторът 104 подава сигнал за задействане през първия операционен усилвател 112 към първото реле 116, което

12.05.03

задейства въздушния клапан 28 да се задвижи в определена първа посока към напълно затворено положение. По същия начин, ако стойността на сигнала за грешка е по-малка от, респективно равна на отрицателната прагова стойност, компараторът 106 подава сигнал за задействане през втория операционен усилвател 114 до второ реле 116, което задейства въздушния клапан 28 да се задвижи в обратна посока към пълно отворено положение.

Ако обаче величината на сигнала за грешка е по-малка от положителната прагова стойност и по-голяма от отрицателната прагова стойност, вторият и третият компаратори ще останат незадействани и няма да се наложи въздушният клапан да бъде допълнително регулиран.

Веригите за прагова стойност 108, 110 определят обхвата на сигнала за грешка, в рамките на който обхват регулиращото устройство 100 осъществява коригиращи операции. Следователно, когато дебитът на газовия поток бъде променен с цел да се увеличи температурата в горелката 40, това ще се отрази на съотношението въздух/газ, което ще се отклони от зададената стойност. В резултат на това от компаратора 102 ще се генерира сигнал за грешка, който сигнал за грешка ще представлява разликата между действителното съотношение въздух/газ и зададеното съотношение въздух/газ. Желателно е, следователно, изменението на съотношението въздух/газ, налагащо се за да се възстанови съотношението въздух/газ до желаното равнище, да е по-малко от промяната, отчетена от обхвата на сигнала за грешка, определен от веригите за прагова стойност 108, 110; в такъв случай сигналът за грешка е ще остане в този обхват и въздушният клапан 28 няма да се задейства. Фактически грешката

12.05.03

ще се приеме за нула и въздушният клапан няма да се регулира допълнително. Праговият обхват, определен от веригите 108, 110, се нарича „зона на нечувствителност“. На практика това ще намали вероятността за възникване на граничен цикличен режим във въздушния поток и ще позволи да се поддържа по-стриктно желаното съотношение въздух/газ.

Величината на зоната на нечувствителност на уреда се отразява върху работата на устройството за регулиране на съотношението въздух/газ 100, което от своя страна се отразява на ефективността на цялата горивна инсталация. Следователно изборът на подходяща величина на зоната на нечувствителност е много съществен. Чрез завишаване на величината на зоната на нечувствителност ще се намалят осцилациите в граничния цикъл, но пък ще се намали и точността на регулирането на въздушния клапан, целящо да осигури желаното съотношение въздух/газ. И обратното: една избрана ниска прагова стойност в случая ще даде задоволителна точност, но ще се повиши вероятността за възникване на граничен цикличен режим. За предпочитане е, следователно, зоната на нечувствителност на уреда да бъде колкото е възможно по-малка, без това да доведе до възникването на граничен цикличен режим.

От казаното дотук става ясно, че ако величината на зоната на нечувствителност сочи промяна в дебита на въздушния поток, която промяна е малко по-голяма от изменението в положението на въздушния клапан (промяна в дебита на въздушния поток) в интервала между две отчитания, то регулирането на клапана може да бъде осъществено без да възникне граничен цикличен режим. Константната величина на зоната на нечувствителност може да се

12.05.03

използва, следователно, за клапани с линейна характеристика. За нелинейни клапани обаче, характеризиращи се с т.н. гранична обвивка на грешката — както това е показано на Фиг. 8, използването на константна величина на зоната на нечувствителност ще е неефективно, тъй като в някои участъци на работния обхват на клапана може да възникне граничен цикличен режим, дори и ако е предвидена зона на нечувствителност.

Решение в случая е да се променя величината на зоната на нечувствителност според характеристиката на клапана извън работния обхват на същия. Установено е, че оптималната стойност на зоната на нечувствителност за дадено положение на клапана е равна на два пъти стойността на диференциала на характеристиката на клапана за въпросното положение. Тъй като зоната на нечувствителност е центрирана около нулевата стойност, то горното и долното прагови нива на зоната на нечувствителност (определени от веригите за положителната и за отрицателната прагови стойности 108, 110) ще съответстват на кривите на положителното и на отрицателното отклонение на клапана. Следователно регулиращото устройство ще въздейства на клапана в момента, в който

$$|\varepsilon_{(Ts, u)}| \geq \left| \frac{D(u)}{2} \right|$$

където  $D(u) = \delta(u)$  и представлява величината на зоната на нечувствителност, дефинирана от обвивката на грешката в дадено

12.05.03

положение ( $u$ ), което представлява областта, в която няма да възникне граничен цикличен режим дори и при отсъствието на зона на нечувствителност, тъй като величината на една грешка в рамките на тази област е по-голяма, респективно равна на изменението в потока, причинено от корекцията на клапана в рамките на интервала между две отчитания. И обратно, управляващото устройство няма да коригира въздушния клапан в случаите когато:

$$|\varepsilon_{(Ts, u)}| < \left| \frac{D(u)}{2} \right|$$

В този случай грешката ще бъде в рамките на зоната на нечувствителност, която е областта, в която би възникнал граничен цикличен режим, при положение че въздушният клапан е бил регулиран, а не е имало зона на нечувствителност.

Възможно решение в случая е да варираме с величината на зоната на нечувствителност в зависимост от характеристиката на клапана по целия работен обхват на клапана.

На Фиг. 4 е показано друго изпълнение на устройство за регулиране на съотношението въздух/газ 200 като част от системата за управление 190. С цифрите 3, 4 и 5 са обозначени отделните компоненти. Видно е, че устройството за управление 200 е сходно по форма с устройството за управление 100, показано на Фиг. 3, но веригите за фиксирана прагова стойност тук са заменени с вериги за променлива прагова стойност 208, 210, всяка една от които има справочна таблица.

12.05.03

Веригите за променлива прагова стойност 208, 210 са свързани така, че получават сигнал от датчика за положението на въздушния клапан 222 през операционния усилвател 220. Датчикът за положението на въздушния клапан 222 може да бъде от типа датчици, които постоянно следят приложения към клапана волтаж, така че да осигурява движение на клапана между напълно отворено и напълно затворено положение.

С Преди системата за управление да бъде пусната в действие, се измерва характеристиката на въздушния клапан и се определя диференциалната крива за клапана, за да се изчисли граничната обвивка на грешката, както това е показано на Фиг. 8. След това от обвивката съгласно Фиг. 8 се отчитат няколко различни прагови стойности или нива — една положителна и една отрицателна стойност за избрани положения на клапана. Положителните стойности се нанасят в справочната таблица на веригата за прагови стойности 208, а отрицателните се нанасят в справочната таблица на веригата 210.

С По време на работа, когато положението на клапана се променя, съответната прагова стойност от таблицата, сравнена със сигнала за грешка, се избира съгласно сигнала, получен от датчика за положението на въздушния клапан.

Така че стойността, определена от съответната верига за променлива прагова стойност 208, респективно 210 се явява функция на положението на въздушния клапан 28, и следователно, на дебита на въздушния поток. Тъй като положението на въздушния клапан се променя, то и промяната в дебита на въздушния поток, която възниква през всеки един интервал между две отчитания, също ще варира.

12.05.03

Характеристиките на въздушния клапан са запаметени в справочната таблица към всяка една прагова верига 208, 210. Така че таблицата ще ни даде характеристиките в определено положение на клапана и по този начин ще определи зоната на нечувствителност за това положение. По този начин зоната на нечувствителност ще варира в зависимост от действителното положение на въздушния клапан 28 в даден момент.

И тук, както и в описаното по-горе примерно изпълнение, ако сигналът за грешка  $\epsilon$ , изчислен от компаратора 202, е в рамките на обхвата, дефиниран от действителната положителна, респективно действителната отрицателна прагова стойност в даден момент, генериран от праговите вериги 208, 210, то в такъв случай грешката ще се приеме за нула и няма да се извършат корекции в положението на въздушния клапан 11.

Ако обаче стойността на грешката лежи на граничната обвивка на грешката или е извън тази обвивка, въздушният клапан 28 ще бъде регулиран, както това бе описано вече по-горе.

Тъй като величината на зоната на нечувствителност е винаги по-голяма от промяната във въздушния поток, предизвикана от движението на въздушния клапан през интервала между две отчитания, вероятността за възникване на граничен цикличен режим е сведена до минимум. Освен това точността на устройството за регулиране на съотношението въздух/газ 200 е повишена. Това води до значително повишаване на ефективността на газовата горивна инсталация, тъй като се поддържа оптимално съотношение въздух/газ.

12.05.03

Ще разясним, че са възможни различни модификации и изпълнения съгласно предлаганото изобретение.

Настоящото изобретение може да бъде модифицирано примерно, като въздушният клапан 28 бъде следен непрекъснато с цел да се определи дали в характеристиките на клапана са настъпили изменения- примерно в резултат на износване. В случай че характеристиките на клапана са претърпели промяна, съответните данни за тази промяна могат да бъдат подадени на веригите за променливи прагови стойности, за да променят съответно величината на зоната на нечувствителност за всяка една позиция на клапана. Пример за такова изменение съгласно настоящото изобретение е показан на Фиг. 5, където с една и съща цифра са означени еднаквите детайли.

На Фиг. 5 едно от релетата -. в дадения случай реле 116 - което задейства клапана към пълно затворено положение, е свързано с входа на устройството за многоканална връзка 300.

Изходът от устройството за многоканална връзка 300 е свързан с устройството за изчисляване на параметрите 302, чийто изход от своя страна е свързан с веригите за променливи прагови стойности 208, 210.

Устройството за изчисляване на параметрите 302 може да бъде някакъв микропроцесор, работещ примерно с MATL AB.

Преди да бъде включена в действие системата за управление, се измерва характеристиката на въздушния клапан и кривата на чувствителност на уреда, показана на Фиг. 6, се запамятава в устройството за изчисляване на параметрите 302.

12.05.03

Това може да стане чрез задвижване на клапана от напълно отворено към напълно затворено положение, и обратно, като сигналите биват контролирани от датчика за положението на клапана 222 и от датчика за дебита на въздушния поток 32, които сигнали след това се запамятват в устройството за изчисляване на параметрите 302 като текущо променливи или като дискретни величини.

Щом релето 116 бъде активирано, за да задейства клапана за въздушния поток 28 към напълно затворено положение, устройството за изчисляване на параметрите 302 обработва изходящата информация за дебита на въздушния поток и за положението на датчиците 32, 222 и сравнява измерения дебит на въздушния поток с предварително запаметения дебит. Ако се установи отклонение на измерения дебит от предварително запаметения дебит, това би могло да се дължи, примерно, на износване на механичните части на клапана. В такъв случай устройството за изчисляване на параметрите 302 коригира праговите стойности в справочната таблица към веригите за прагова стойност 208, 210, отнасящи се за съответната позиция на клапана, така че да се вземат под внимание настъпилите изменения в характеристиката на клапана. Уместно е също така и движението на клапана към пълно затворено положение да може да бъде използвано за актуализиране на справочните таблици, така че да се държи сметка за евентуално настъпило износване, при каквото устройството за изчисляване на параметрите 302 ще бъде задействано с релето 118.

Макар че даденото по-горе описание е направено на базата на система за управление чрез изпреварване/забавяне, в която

12.05.03

параметър на изпреварване се явява дебитът на газовия поток, а параметър на забавяне е дебитът на въздушния поток, ценното в случая е, че предлаганото изобретение може да се прилага и за система, в която параметър на изпреварване се явява дебитът на въздушния поток, а параметър на забавяне е дебитът на газовия поток, а така също и за всяка друга система за управление чрез изпреварване/забавяне.

Ценното в случая е и това, че въпреки че препоръчаното примерно изпълнение съгласно настоящото изобретение се отнася за въздушно/газова горивна инсталация или за пещ, изобретението може да намери приложение и в система за управление на процес на изпреварване/забавяне за регулиране на съотношението между два флуида, като флуидите могат да бъдат в газово или в течно състояние.

12.05.03

WO 02/33499 A3

PCT/GB01/04586

### Патентни претенции

1. Метод за регулиране на съотношението между един променлив параметър на изпреварване и един регулируем параметър на забавяне за процес на изпреварване/забавяне, като методът **включва:**

следене на споменатия параметър на изпреварване и подаване на сигнал за изпреварване, представляващ стойността на споменатия параметър на изпреварване;

следене на споменатия параметър на забавяне и подаване на сигнал за забавяне, представляващ стойността на споменатия параметър на забавяне;

сравняване на споменатите сигнали за изпреварване и за забавяне;

подаване на сигнал за грешка, представляващ отклонението на съотношението между споменатите параметри на изпреварване и на забавяне от предварително избраното съотношение; и

регулиране на споменатия параметър на забавяне, с цел да се намали споменатото отклонение, при положение че това отклонение превишава предварително избраното отклонение.

2. Метод съгласно Претенция 1, **включващ** сравняване на споменатия сигнал за грешка с предварително избраната прагова стойност и регулиране на споменатия параметър на забавяне, при положение че споменатият сигнал за грешка превишава предварително избраната прагова стойност.

3. Метод съгласно Претенции 1 или 2, **включващ** сравняване на споменатия сигнал за грешка с даден обхват на грешката, дефиниран от една предварително избрана първа, горна прагова стойност и от една предварително избрана втора, долна прагова стойност, както и регулиране на споменатия параметър на забавяне, при положение че споменатият сигнал за грешка излиза извън рамките на споменатия обхват на грешката.

4. Метод съгласно Претенция 3, **включващ** регулиране на споменатия параметър на забавяне, с цел да се намали споменатото съотношение, при положение че споменатият сигнал за грешка превишава споменатия обхват на грешката, както и регулиране на споменатия параметър на забавяне с цел да се увеличи споменатото съотношение, при положение че споменатият сигнал за грешка е под споменатия обхват на грешката.

5. Метод съгласно Претенция 4, **характеризиращ се с това, че**

споменатата предварително избрана първа, долна прагова стойност е отрицателна величина;

един положителен сигнал за грешка показва увеличение на споменатото съотношение в сравнение с предварително избраното съотношение, а един отрицателен сигнал за грешка показва намаление на споменатото съотношение в сравнение със споменатото предварително избрано съотношение,

като методът **включва:**

регулиране на споменатия параметър на забавяне с цел да се намали споменатото съотношение, при положение че споменатият сигнал за грешка е положителен и превишава споменатата предварително избрана първа, горна прагова стойност, както и

регулиране на споменатия параметър на забавяне с цел да се увеличи споменатото съотношение, при положение че споменатият сигнал за грешка е отрицателен и е под споменатата предварително избрана втора, долна прагова стойност.

6. Метод съгласно една от Претенциите от 2 до 5, **характеризиращ се с това, че** споменатата, респективно всяка друга прагова стойност е функция на стойността на споменатия параметър на забавяне.

7. Метод съгласно една от Претенциите 2 до 7, **характеризиращ се с това, че** споменатата, респективно всяка друга прагова стойност е фиксирана стойност.

8. Метод съгласно Претенция 7, **характеризиращ се с това, че** етапът на сравняване на споменатия сигнал за грешка с праговата стойност – респективно с всяка друга прагова

стойност - включва регулиране на споменатата прагова стойност в зависимост от стойността на споменатия параметър на забавяне, както и сравняване на споменатия сигнал за грешка със споменатото регулирано прагово ниво.

9. Метод съгласно Претенция 8, **включващ:**

съставяне на справочна таблица за запаметяване на известен брой прагови стойности; и

етап на регулиране на споменатата прагова стойност, обхващащ избора на една от споменатите прагови стойности в зависимост от стойността на споменатия параметър на забавяне.

10. Метод съгласно Претенция 7, **характеризиращ се с това, че:**

праговата стойност — респективно всяка една прагова стойност- обхваща множество прагови нива; и

етапът на сравняване на споменатия сигнал за грешка с праговата стойност — респективно с всяка една прагова стойност — включва избиране на прагово ниво за споменатата прагова стойност в зависимост от стойността на споменатия параметър на забавяне, както и сравняване на споменатия сигнал за грешка със споменатото избрано прагово ниво.

11. Метод съгласно Претенция 10 **включващ:**

12.05.03

съставяне на справочна таблица за запаметяване на споменатия брой прагови нива;

етап на регулиране на споменатата прагова стойност, включващ избор на едно от споменатите прагови нива в зависимост от стойността на споменатия параметър на забавяне.

12. Метод съгласно една от Претенциите 1 до 11, **характеризиращ се с това, че:**

споменатите параметри на изпреварване и на забавяне са изпреварващи и забавящи дебити на флуидния поток за споменатите производствени процеси;

като споменатият метод **включва:**

предвиждане на забавящи клапанни устройства за следене на потока на споменатия забавящ флуид;

следене на положението на споменатото забавящо клапанно устройство при отварянето респективно при затварянето на споменатото клапанно устройство;

следене на дебита на потока на споменатия забавящ флуид при отваряне респективно при затваряне на споменатото клапанно устройство;

сравняване на промяната в положението на споменатото клапанно устройство с промяната в споменатия дебит на потока на споменатия забавящ флуид; и

регулиране на споменатата прагова стойност в зависимост от това, дали споменатото сравняване показва изменение в характеристиката на споменатото клапанно устройство.

12.05.03

13. Метод съгласно Претенция 12, когато е свързана с Претенция 9 или 11, **характеризиращ се с това, че**

етапът на регулиране на споменатата прагова стойност включва регулиране на праговите стойности или на праговите нива в споменатата справочна таблица.

14. Метод съгласно една от Претенциите 1 до 13, **характеризиращ се с това, че**

споменатият параметър на изпреварване е дебит на поток от горивен газ;

споменатият параметър на забавяне е дебит на въздушен поток; и

споменатият процес е горивен процес.

15. Система за управление (34) за осъществяване на управление с изпреварване/забавяне на даден процес, работеща с променлив параметър на изпреварване и регулируем параметър на забавяне, като споменатата система **включва:**

устройство за следене на изпреварването (26) за контролиране на споменатия параметър на изпреварване и за подаване на сигнал за изпреварване, представляващ стойността на споменатия параметър на изпреварване;

устройство за следене на забавянето (32) за контролиране на споменатия параметър на забавяне и за подаване на сигнал за

забавяне, представляващ стойността на споменатия параметър на забавяне;

компаратор (102) за сравняване на споменатите сигнали за изпреварване и за забавяне и за подаване на сигнал за грешка, представлящ отклонението на съотношението между споменатите параметри на изпреварване и на забавяне от предварително избраното съотношение; и

устройства за регулиране (116, 118) на споменатия параметър на забавяне с цел да се намали споменатото отклонение, при положение че споменатото отклонение превишава някакво предварително избрано отклонение.

16. Система за управление съгласно Претенция 15, **включваща** освен това:

устройство за прагова стойност ( 108, 110) за осигуряване на предварително избирана прагова стойност;

компаратор (104, 106) за сравняване на споменатия сигнал за грешка със споменатата предварително избирана прагова стойност;

**характеризираща се с това, че**

споменатото регулиращо устройство (116, 118) служи за регулиране на споменатия параметър на забавяне, при положение че споменатият сигнал за грешка превишава споменатата предварително избирана прагова стойност.

**17. Система за управление съгласно Претенция 16, характеризираща се с това, че**

споменатото устройство за праговата стойност включва устройство за първа, горна прагова стойност (108) за осигуряване на първа, горна предварително избрана прагова стойност, както и устройство за втора, долна прагова стойност (110) за осигуряване на втора, долна предварително избрана прагова стойност, дефиниращи по такъв начин обхват на грешката;

споменатият компаратор (104, 106) служи за сравняване на споменатия сигнал за грешка със споменатите горна и долна предварително избрани прагови стойности; и

споменатото регулиращо устройство (116, 118) служи за регулиране на споменатия параметър на забавяне, при положение че споменатият сигнал за грешка е извън рамките на споменатия обхват на грешката.

**18. Система за управление съгласно Претенция 17, характеризираща се с това, че**

споменатото устройство за регулиране (116, 118) служи за регулиране на споменатия параметър на забавяне, за да се намали споменатото съотношение, при положение че стойността на споменатия сигнал за грешка превишава споменатия обхват на грешката, както и за регулиране на споменатия параметър на забавяне, за да се увеличи споменатото съотношение, при положение че стойността на споменатия сигнал за грешка е под долната граница на споменатия обхват на грешката.

19. Система за управление съгласно Претенция 18, **характеризираща се с това, че**

споменатата първа, горна предварително избрана прагова стойност е положителна величина и споменатата втора, долна предварително избрана прагова стойност е отрицателна величина;

един положителен сигнал за грешка показва увеличение на споменатото съотношение спрямо споменатото предварително избрано съотношение, а един отрицателен сигнал за грешка показва намаление на споменатото съотношение спрямо споменатото предварително избрано съотношение; и

споменатото устройство за регулиране (116, 118) служи за намаляване на споменатото съотношение, при положение че споменатият сигнал за грешка е положителен и надхвърля споменатата първа, горна предварително избрана прагова стойност, както и за увеличаване на споменатото съотношение, при положение че споменатият сигнал за грешка е отрицателен и е под споменатата втора, долна предварително избрана прагова стойност.

20. Система за управление съгласно едно от Претенциите 16 до 19, **характеризираща се с това, че** споменатата — респективно всяка една — прагова стойност е фиксирана величина.

21. Система за управление съгласно една от Претенциите 16 до 19, **характеризираща се с това, че** споменатата — респективно

12.05.03

всяка една — прагова стойност е функция на стойността на споменатия параметър на забавяне.

22. Система за управление съгласно Претенция 21, **включваща** освен това устройство за регулиране (222) на споменатата прагова стойност в зависимост от стойността на споменатия параметър на забавяне, и в която споменатият компаратор (104, 106) служи за сравняване на споменатия сигнал за грешка със споменатата регулирана прагова стойност.

23. Система за управление съгласно Претенция 22, **характеризираща се с това, че**

споменатото устройство за прагова стойност съдържа справочна таблица (208, 210) за запамятаване на определен брой прагови стойности; и

споменатото устройство за регулиране на споменатата прагова стойност (222) служи за регулиране на споменатата прагова стойност чрез избиране на една от споменатите прагови стойности в зависимост от стойността на споменатия параметър на забавяне.

24. Система за управление съгласно Претенция 21, **включваща** освен това:

регулиращо устройство (222) за регулиране на споменатата прагова стойност в зависимост от стойността на споменатия параметър на забавяне;

**характеризираща се с това, че**

праговата стойност — респективно всяка прагова стойност — включва множество прагови нива;

споменатото устройство за регулиране на праговата стойност (222) служи за регулиране на споменатата прагова стойност чрез избиране на едно от споменатите прагови нива в зависимост от стойността на споменатия параметър на забавяне; и

споменатият компаратор (104, 106) служи за сравняване на споменатия сигнал за грешка със споменатото избрано прагово ниво.

**25. Система за управление съгласно Претенция 24, характеризираща се с това, че**

споменатото устройство за прагова стойност включва справочна таблица (208, 210) за запамятвяне на известен брой прагови стойности; и

споменатото устройство за регулиране на праговата стойност (222) служи за регулиране на праговата стойност чрез избиране на една от споменатите прагови стойности в зависимост от стойността на споменатия параметър на забавяне.

**26. Система за управление съгласно една от Претенциите от 15 до 25, характеризираща се с това, че**

споменатите параметри на изпреварване и на забавяне са изпреварващо подадени и забавени дебити на флуидния поток за споменатия процес;

12.05.03

като споменатата система за управление **включва**:

забавящо клапанно устройство (28) за регулиране на потока на споменатия забавящ флуид;

средство за следене на положението (322) за контролиране на положението на споменатото забавящо клапанно устройство (28) по време на отварянето, респективно на затварянето на споменатото забавящо клапанно устройство, както и за подаване на сигнал за съответното му положение;

**характеризираща се с това, че**

споменатото устройство за следене на забавянето (32) служи за контролиране на дебита на споменатия забавящ флуид по време на отваряне, респективно на затваряне на споменатото забавящо клапанно устройство (28) и за подаване на сигнал за дебита на потока,.

като споменатата система за управление **включва** също така:

запаметяващо устройство (302) за запаметяване на избрани стойности за споменатото положение и на сигнали за поточния дебит, представляващи определена предварително избрана характеристика на споменатото забавящо клапанно устройство;

втори компаратор (302) за сравняване на положението на споменатото забавящо клапанно устройство (28) и дебита на забавящия флуид по време на движението на споменатото забавящо клапанно устройство със запаметените стойности; и

12.05.03

второ регулиращо устройство (302) за регулиране на споменатата прагова стойност, при положение че споменатото сравнение е показало промяна в характеристиката на споменатото забавящо клапанно устройство.

27. Система за управление съгласно една от Претенциите от 15 до 25, **характеризираща се с това, че**

споменатите параметри на изпреварване и на забавяне са изпреварващи и забавящи дебити на флуидни потоци за споменатия процес; като

споменатата система за управление **включва:**

забавящо клапанно устройство (28) за регулиране на потока на споменатия забавящ флуид;

устройство за следене на положението (322) за контролиране на положението на споменатото забавящо клапанно устройство по време на отварянето, респективно на затварянето на споменатото забавящо клапанно устройство, както и за подаване на сигнал за положението на същото;

**характеризираща се с това, че**

споменатото устройство за следене на забавянето (32) служи за контролиране на дебита на споменатия забавящ флуид по време на отварянето, респективно на затварянето на споменатото клапанно устройство (28), както и за подаване на сигнал за дебита на същия;

като споменатата система за управление **включва** освен това:

запаметяващо устройство (302) за запаметяване на избрани стойности за споменатото положение и на сигнали за дебита на потока, представляващи определена предварително избрана характеристика на споменатото забавящо клапанно устройство;

втори компаратор (302) за сравняване на дебита на забавящия флуид по време на движението на споменатото клапанно устройство със запаметената стойност, съответстваща на констатираното положение на споменатото забавящо клапанно устройство; и

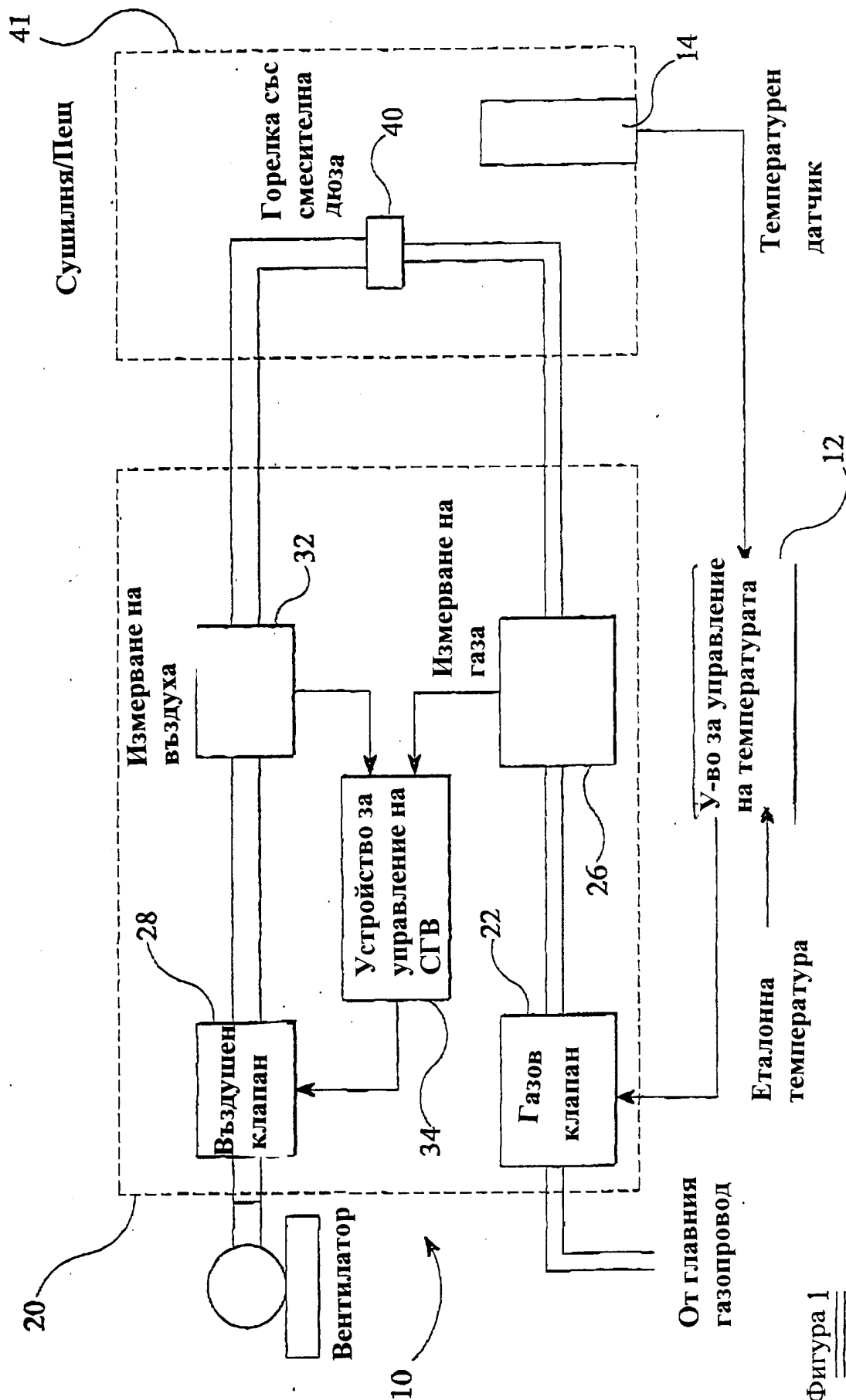
второ регулиращо устройство (302) за регулиране на споменатата прагова стойност, при положение че споменатото сравнение е показало промяна в характеристиката на споменатото клапанно устройство.

28. Система за управление съгласно Претенциите от 15 до 27, **характеризираща се с това, че**

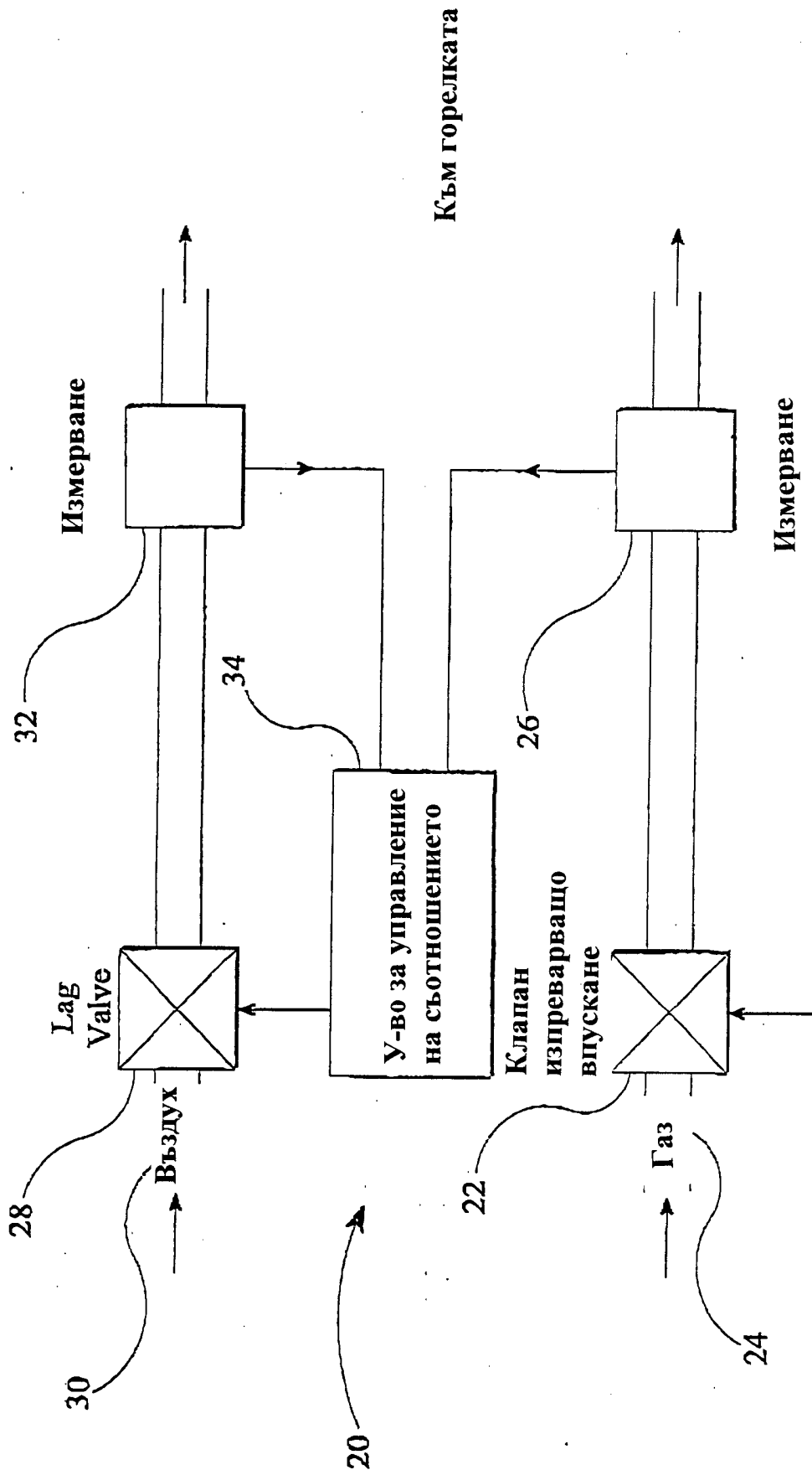
споменатият параметър на изпреварване е дебит на някакъв горивен газ;

споменатият параметър на забавяне е дебит на въздушния поток; и

споменатият процес е горивен процес.



Фигура 1

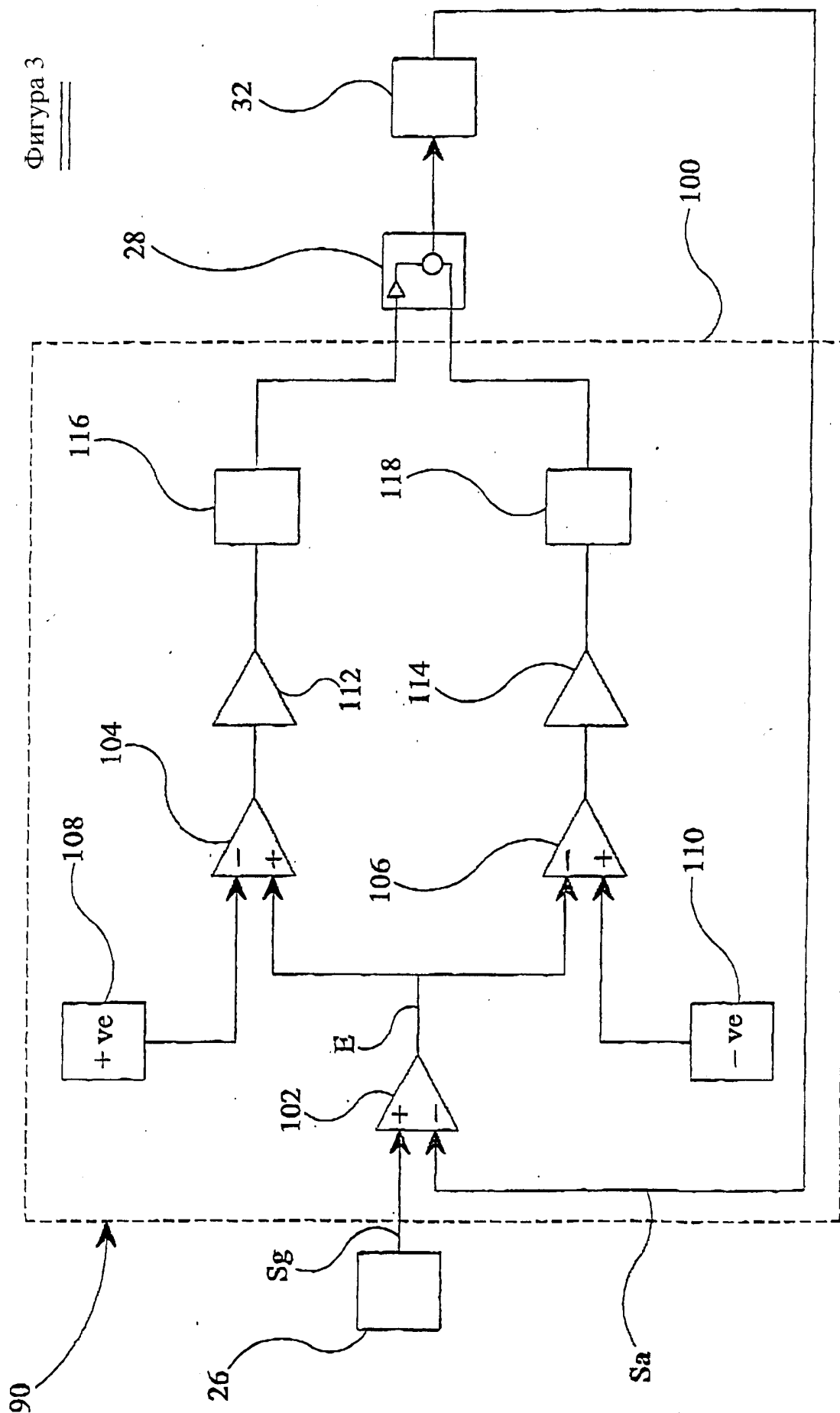


Фигура 2

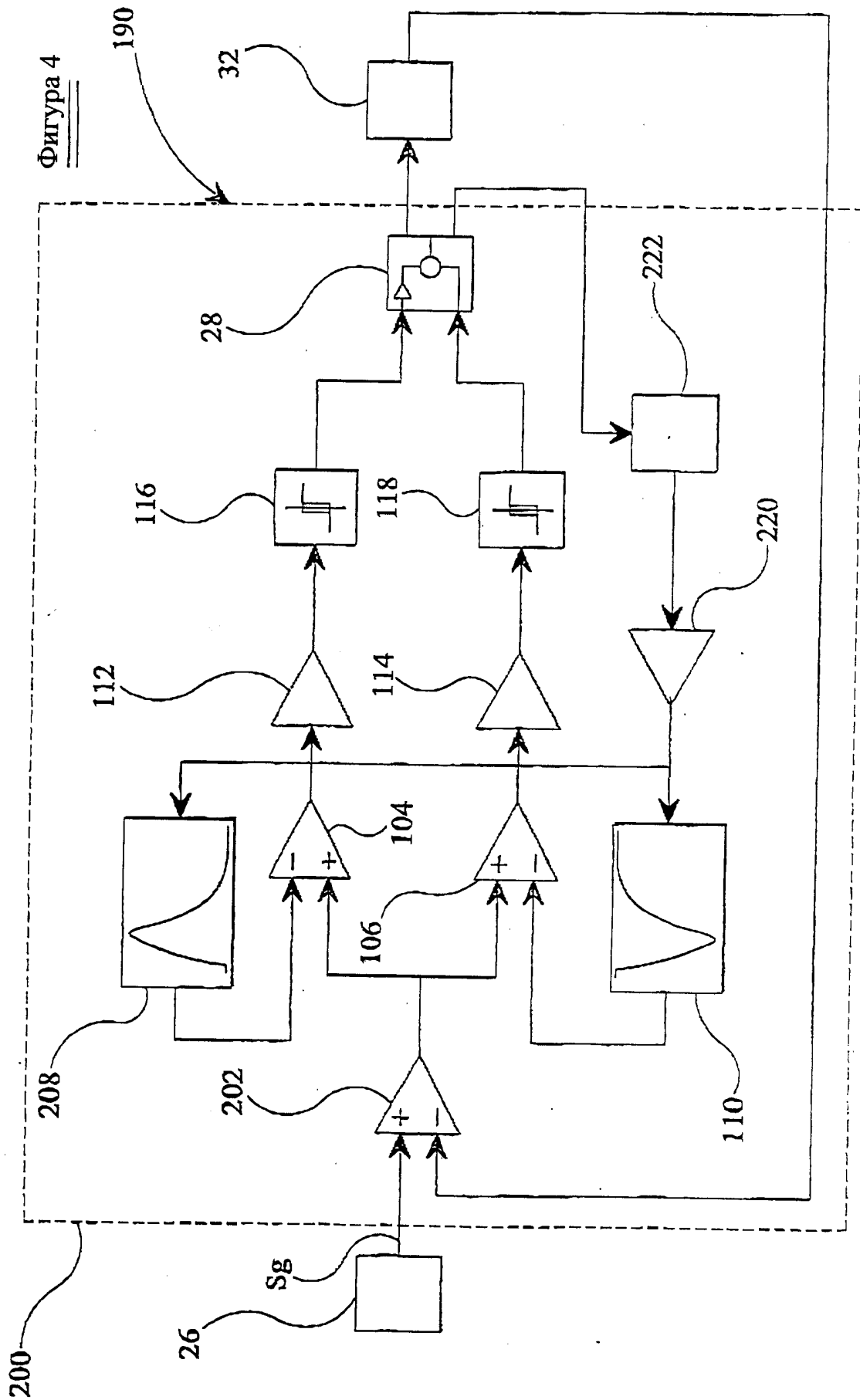
От у-вото за управление  
на температурата

12.05.03

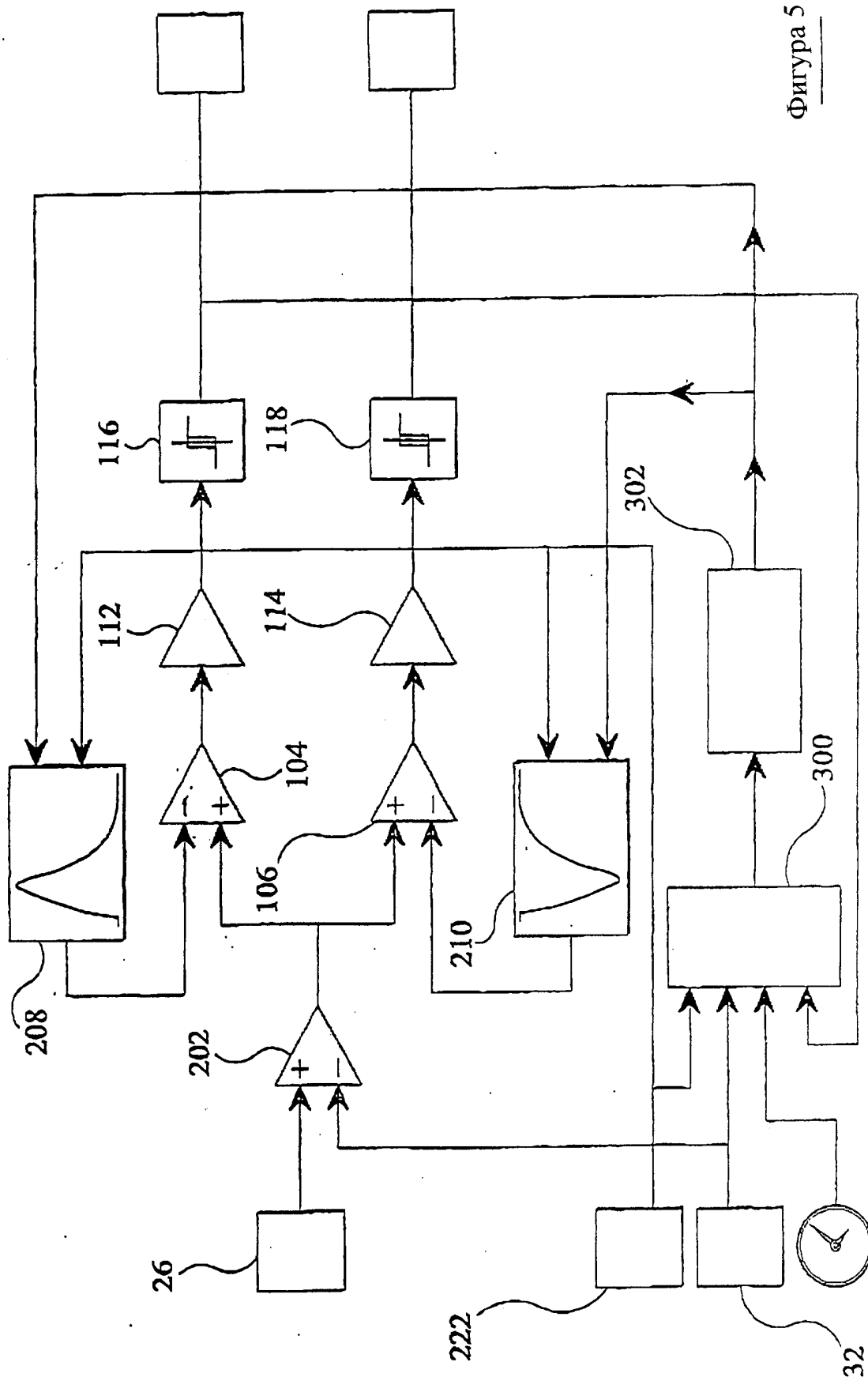
Фигура 3



12:05:03  
4 1 7 03

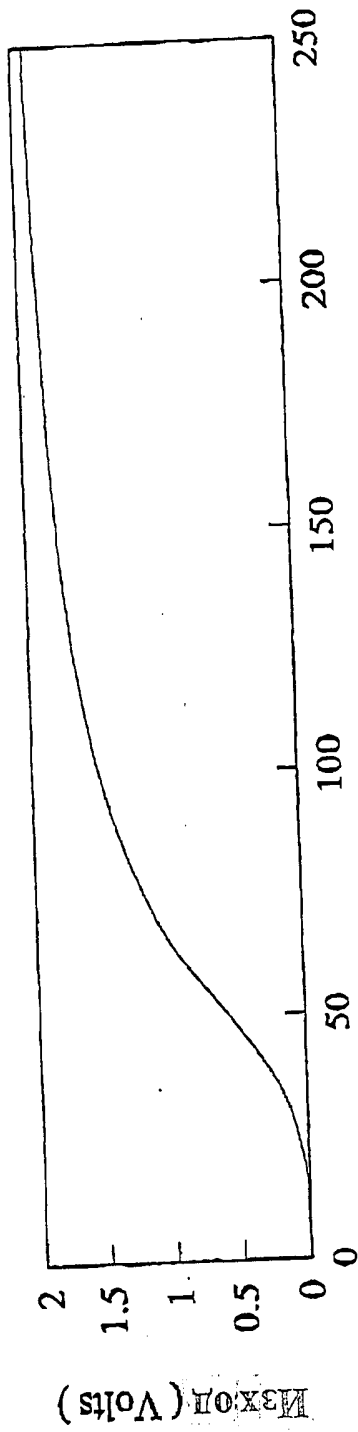


12:05:00  
5 1 7

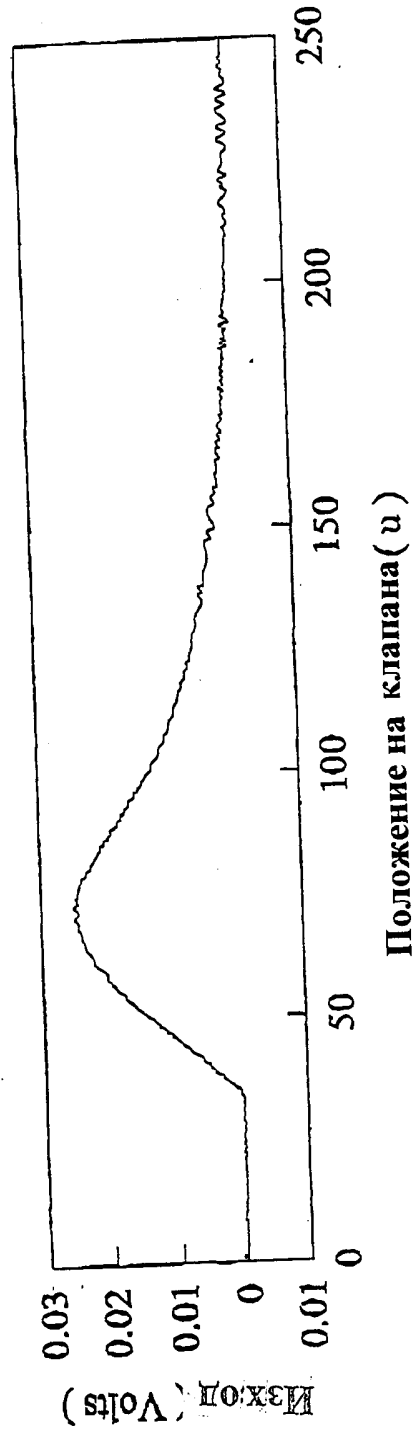


Фигура 5

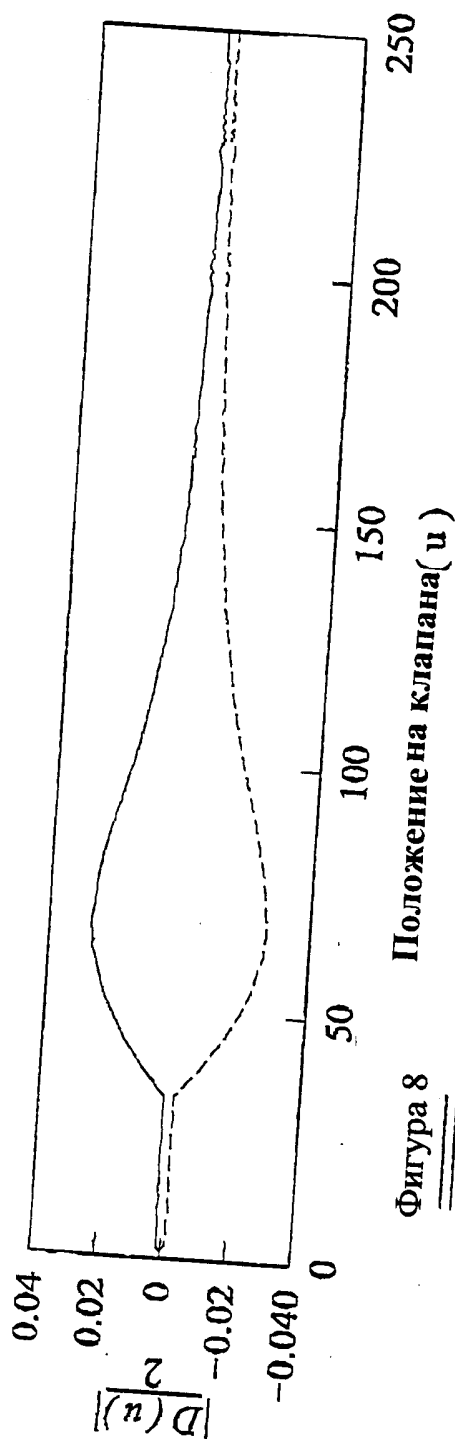
12.05.03  
6 / 7



Фигура 6



Фигура 7



Фигура 8