



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2012145645/06, 25.10.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
25.10.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.10.2012

(45) Опубликовано: 27.05.2014 Бюл. № 15

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU2262022C2,10.09.2005. RU2426943  
C2,20.08.2011. SU1451287A1, 10.12.1986.  
RU93003562A,20.04.1995.  
US6886502B1,03.05.2005.  
WO2005121509A1,22.12.2005

Адрес для переписки:

153003, г.Иваново, ул. Рабфаковская, 34, ИГЭУ,  
патентно-лицензионный отдел, О.Г. Трухиной

(72) Автор(ы):

Демин Александр Матвеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Ивановский государственный  
энергетический университет имени В.И.  
Ленина" (ИГЭУ) (RU)

**(54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ КЛАПАНОМ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПРОДУВКИ БАРАБАННОГО  
КОТЛА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

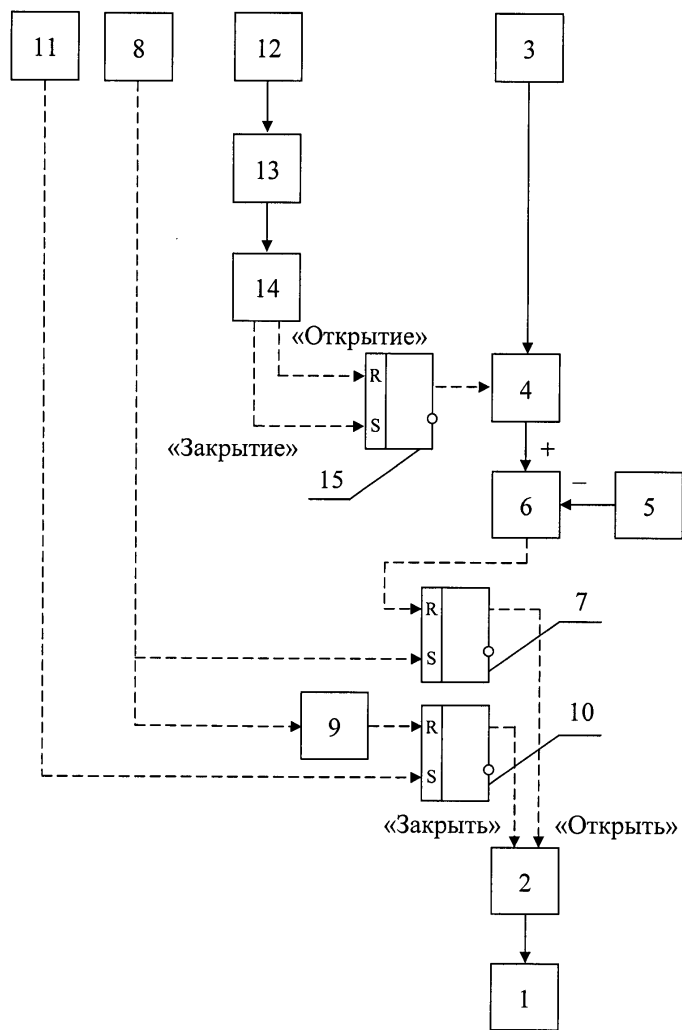
(57) Реферат:

Изобретение относится к тепловой энергетике и может применяться для управления периодической продувкой барабанных котлов тепловых электростанций. В способе управления клапаном периодической продувки барабанного котла дополнительно измеряют расход перегретого пара, формируют сигналы текущего и заданного количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени, формируют команды обнуления и начала отсчета текущего количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени, измеряют положение исполнительного механизма и по знаку сигнала скорости изменения положения определяют состояние клапана и формируют сигналы «открытие» или «закрытие», причем определение межпродувочного интервала времени осуществляют путем сравнения текущего количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени, с заданным, при достижении которого включают подачу сигнала управления открытием клапана, по

сигналу «открытие» формируют команду обнуления текущего количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени, по сигналу «открыт» прекращают подачу сигнала управления открытием клапана, причем обеспечение удержания клапана в открытом состоянии производят по заданию выдержки времени, после чего включают подачу сигнала управления закрытием клапана, по сигналу «закрытие» формируют команду начала отсчета текущего количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени, и по сигналу «закрыт» прекращают подачу сигнала управления закрытием клапана. Устройство управления клапаном периодической продувки барабанного котла содержит клапан с исполнительным механизмом, формирователь сигнала включения исполнительного механизма, таймер, датчик расхода перегретого пара, датчик положения исполнительного механизма, датчик открытого положения клапана и датчик закрытого положения клапана, интегратор,

дифференциатор, три RS-триггера, нуль-орган и датчик количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени. Технический результат: обеспечение точности управления

клапаном периодической продувки в регулирующем режиме работы барабанного котла. 2 н.п. ф-лы, 1 ил., 1 табл.



RU 2516989 C1

RU 2516989 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012145645/06, 25.10.2012  
 (24) Effective date for property rights:  
25.10.2012  
 Priority:  
 (22) Date of filing: 25.10.2012  
 (45) Date of publication: 27.05.2014 Bull. № 15  
 Mail address:  
 153003, g.Ivanovo, ul. Rabfakovskaja, 34, IGEhU,  
 patentno-litsenzionnyj otdel, O.G. Trukhinoj

(72) Inventor(s):  
**Demin Aleksandr Matveevich (RU)**  
 (73) Proprietor(s):  
**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija "Ivanovskij gosudarstvennyj ehnergeticheskij universitet imeni V.I. Lenina" (IGEhU) (RU)**

(54) **METHOD TO CONTROL VALVE OF PERIODICAL BLOWDOWN OF DRUM BOILER AND DEVICE FOR ITS REALISATION**

(57) Abstract:

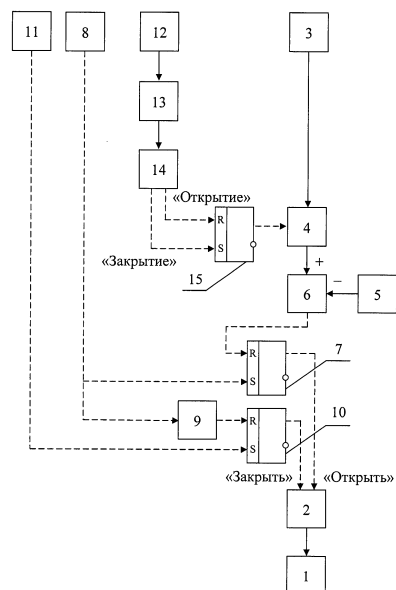
FIELD: power engineering.

SUBSTANCE: in the method to control a valve of periodical blowdown of a drum boiler they additionally measure flow rate of reheated steam, generate signals of current and set quantity of steam, generated in the blowdown-to-blowdown period of time, generate commands of zeroing and start of count of the current quantity of steam generated within the blowdown-to-blowdown period of time, measure position of the actuation mechanism and by sign of position variation speed signal define condition of the valve and generate signals "open" or "close". Definition of the blowdown-to-blowdown interval of time is carried out by comparison of the current quantity of steam produced in the blowdown to blowdown period of time with the set one, which, when achieved, triggers supply of the valve opening signal, by the "open" signal they generate a command to zero the current quantity of steam produced in the blowdown-to-blowdown period of time, at the "open" signal they stop supplying the signal to control valve opening, besides, retaining the valve in the open condition is done by setting time delay, afterwards they start supplying control signal to control valve closing, at the "close" signal they generate the command to start count of the current quantity of steam, generated in the blowdown-to-blowdown period of time, and at the "close" signal they stop supplying control signal to control the valve closing. The device to control the valve of periodical blowdown of the drum boiler com-

prises a valve with an actuator, a generator of a signal to start an actuator, a timer, a sensor of reheated steam flow rate, a sensor of actuator position, a sensor of open valve position and a sensor of closed valve position, an integrator, a differentiator, three RS-triggers, a zero organ and a setter of steam quantity generated within the blowdown to blowdown period of time.

EFFECT: provision of accurate control of a periodical blowdown valve in a regulating mode of drum boiler operation.

2 cl, 1 dwg, 1 tbl



Изобретение относится к тепловой энергетике и может применяться для управления периодической продувкой барабанных котлов тепловых электростанций.

Известен способ управления периодической продувкой для удаления скоплений шлама из нижних коллекторов циркуляционных контуров барабанных котлов 1-2 раза в смену. При этом величина межпродувочного интервала времени примерно определена частотой продувки (Плетнев Г.П. Автоматизированное управление объектами тепловых электростанций: учеб. пособие. - М.: Энергоиздат, 1981. - С.250. Тепловые и атомные электрические станции: Справочник / Под общ. ред. В.А.Григорьева, В.М.Зорина. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - С.91). Способ обеспечивает управление с фиксированным максимальным временем межпродувочного интервала, что позволяет исключить недопустимое количество накопления шлама.

Недостатком способа является отсутствие обеспечения требуемой точности управления водно-химическим режимом (ВХР) барабанного котла, т.к. способ не учитывает изменения свойств технологического процесса по производству пара и интенсивности накопления шлама, при этом нет контроля состояний механизма, управляющего клапаном периодической продувки, то есть невозможно обеспечить точность управления клапаном во всех его состояниях. При этом отсутствует управление количеством воды, удаляемой из барабанного котла с периодической продувкой, что требует его завышения, и таким образом снижается экономичность работы установки.

Наиболее близким к предлагаемому является способ управления клапаном, обеспечивающий его периодическое открытие и закрытие (Способ управления группой электромагнитных механизмов, преимущественно запорных клапанов, и устройство для его реализации. Патент РФ 2260222, H01F 7/18, 2005 г.).

Способ осуществляют путем подачи и прекращения подачи сигналов управления открытием и закрытием клапана, определения состояний клапана и формирования сигналов «открыт» и «закрыт», задания выдержки времени и обеспечения удержания клапана в открытом состоянии. При этом фиксированное время открытого состояния клапана задается с помощью таймера.

Первый недостаток способа и устройства по нему обусловлен отсутствием связи с параметрами основного технологического процесса - производства пара барабанным котлом. Решение относится к периодическому отбору проб для анализа, когда фиксированное задание выдержки времени определяет требуемую частоту проведения анализа, а обеспечение удержания клапана в открытом состоянии определяет требуемое количество отобранной для анализа пробы. Применение такого решения для задания величины межпродувочного интервала времени возможно только при работе барабанного котла на одной из постоянных нагрузок, когда можно относительно точно задать допустимое количество накопившегося шлама. При этом возможно установить также требуемую долю продувки относительно производительности котла путем обеспечения удержания клапана в открытом состоянии изменением задания длительности продувки. Однако при работе барабанного котла на разных постоянных нагрузках и особенно в регулирующем режиме с переменной производительностью интенсивность образования шлама меняется, поэтому необходимо учитывать изменение количества накапливающегося шлама и изменять межпродувочный интервал времени. Его необоснованное уменьшение ведет к частым продувкам и к увеличению потерь с продувочной водой. Необоснованное увеличение межпродувочного интервала времени ведет к заносу шламом нижней части циркуляционной системы, уплотнению шлама и возможности появления гидравлического удара из-за пробивания шламовой «пробки» при открытии клапана.

Второй недостаток связан с реализацией способа устройством, в котором осуществляется контроль состояний клапана «открыт-закрыт-неисправен», но при этом формирователи сигналов включения исполнительного механизма (ИМ) предназначены для диагностики его исправности: на выходах формирователей формируются сигналы высокого уровня «1» об отсутствии тока в цепях при закрытых ключах или при обрывах в электрических цепях. О состояниях клапана «открыт» и «закрыт» судят по функционально полученным сигналам из условий диагностики - по интервалу времени, достаточному для перехода клапана из одного состояния в другое, либо по появлению напряжения, гарантирующего такой переход. Такие способы эффективны при диагностике исправности устройства, как подтверждение наличия условий для выполнения команд управления. Однако отсутствуют сигналы, которые формируют конечные выключатели ИМ. Кроме этого, отсутствуют контроль переходных состояний клапана и сигналы, характеризующие состояния клапана «открытие» и «закрытие», которые при управлении процессом периодической продувки обеспечивают работу устройства во взаимодействии с процессом продувки.

Таким образом, в известном способе управления клапаном отсутствуют сигналы, характеризующие технологический процесс производства пара, который сопровождается образованием шлама в циркуляционном контуре, отсутствует комплекс сигналов, характеризующих все рабочие состояния клапана, обеспечивающего вывод шлама с периодической продувкой, и отсутствует алгоритм действий, который при переменной нагрузке барабанного котла обеспечивает точность процесса управления выводом шлама.

Соответственно в устройстве управления, реализующем способ, отсутствуют датчики параметров технологического процесса, позволяющие оценить интенсивность образования шлама и целесообразность момента проведения периодической продувки, датчики положения клапана и ИМ, обеспечивающие формирование комплекса сигналов о рабочих состояниях клапана «открытие-открыт-закрытие-закрыт», а также функциональные элементы, необходимые для управления клапаном в устройстве, которое определяет порядок формирования сигналов по условиям организации технологии продувки.

Технический результат, достигаемый изобретением, заключается в обеспечении точности управления клапаном периодической продувки в регулирующем режиме работы барабанного котла.

Технический результат достигается тем, что в способе управления клапаном периодической продувки барабанного котла, включающем подачу и прекращение подачи сигналов управления открытием и закрытием клапана, определением состояний клапана и формирование сигналов «открыт» и «закрыт», заданием выдержки времени и обеспечением удержания клапана в открытом состоянии, дополнительно измеряют расход перегретого пара, формируют сигналы текущего и заданного количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени, формируют команды обнуления и начала отсчета текущего количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени, измеряют положение исполнительного механизма и по знаку сигнала скорости изменения положения определяют состояния клапана и формируют сигналы «открытие» или «закрытие», причем определение межпродувочного интервала времени осуществляют путем сравнения текущего количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени, с заданным, при достижении которого включают подачу сигнала управления открытием клапана, по сигналу «открытие» формируют команду обнуления текущего количества пара, произведенного за межпродувочный

интервал времени, по сигналу «открыт» прекращают подачу сигнала управления открытием клапана, причем обеспечение удержания клапана в открытом состоянии производят по заданию выдержки времени, после чего включают подачу сигнала управления закрытием клапана, по сигналу «закрытие» формируют команду начала отсчета текущего количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени, и по сигналу «закрыт» прекращают подачу сигнала управления закрытием клапана.

Технический результат достигается тем, что устройство управления клапаном периодической продувки барабанного котла содержит клапан с исполнительным механизмом, формирователь сигнала включения исполнительного механизма, таймер, датчик расхода перегретого пара, датчик положения исполнительного механизма, датчик открытого положения клапана и датчик закрытого положения клапана, интегратор, дифференциатор, три RS-триггера, нуль-орган и задатчик количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени, причем датчик расхода перегретого пара соединен с первым входом интегратора, выход которого соединен с первым входом формирователя сигнала включения исполнительного механизма, а задатчик количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени, соединен со вторым входом формирователя сигнала включения исполнительного механизма, выход которого подключен к входу R первого RS-триггера, выход первого RS-триггера соединен с входом «открыть» исполнительного механизма, а к входу S первого RS-триггера подключен датчик открытого положения клапана, при этом датчик открытого положения клапана через таймер подключен к входу R второго RS-триггера, вход S которого подключен к датчику закрытого положения клапана, а выход соединен с входом «закрыть» исполнительного механизма, датчик положения исполнительного механизма через дифференциатор соединен с нуль-органом, выходы которого «открытие» и «закрытие» клапана соответственно подключены к входам R и S третьего RS-триггера, а выход третьего RS-триггера подключен ко второму входу интегратора.

Работа способа и устройства отражена в таблице формирования сигналов управления состояниями клапана периодической продувки.

Расход пара, характеризующий нагрузку барабанного котла, зависит от количества питательной воды, подаваемой в котел, и косвенно характеризует количество образующихся механических примесей, скапливающихся в нижних точках циркуляционной системы. Измерение расхода перегретого пара  $D_{пе}(t)$  обеспечивает в каждый момент времени  $t$  формирование сигнала текущего количества пара  $V_{пе}(t)$ , полученного со времени окончания предыдущей продувки (закрытия клапана), которое соответствует моменту  $t_H$  начала межпродувочного интервала времени:

$$V_{пе}(t) = \int_{t_H}^t D_{пе}(t) dt$$

Изменением заданного количества пара  $V_{зд}$ , произведенного за межпродувочный интервал времени (МИВ), корректируется максимально допустимое количество шлама, накапливающегося в нижних точках циркуляционной системы барабанного котла за это время.

Сравнение текущего количества пара  $V_{пе}(t)$  с заданным  $V_{зд}$  обеспечивает определение момента  $t_K$  окончания межпродувочного интервала времени и подачи сигнала управления открытием клапана:

$$t_K = t_H + T_{пп} \text{ при } V_{пе}(t_H) = 0; V_{пе}(t_K) = V_{зд},$$

где  $T_{пп}$  - переменный межпродувочный интервал времени между двумя периодическими продувками при переменной нагрузке барабанного котла, работающего в регулирующем режиме.

Изменением задания выдержки времени обеспечения удержания клапана в открытом состоянии корректируется время продувки  $T_{пп}$ , необходимое для удаления накопившегося за межпродувочный интервал времени шлама. Оно определяет количество продувочной воды, удаленной с одной непрерывной продувкой.

Согласованное изменение заданной выдержки времени  $T_{пп}$  состояния клапана «открыт» при продувке и заданного количества пара  $V_{зд}$ , произведенного за МИВ, позволяет управлять долей воды, удаляемой с периодической продувкой.

Определение комплекса состояний клапана «открытие-открыт-закрытие-закрыт» обеспечивает точность управления клапаном продувки в зависимости от изменения производительности барабанного котла в регулирующем режиме.

Сигнал положения исполнительного механизма  $\alpha_{им}(t)$  позволяет сформировать сигнал скорости его изменения  $d\alpha_{им}(t)/dt$ , по знаку которого определяют направление перемещения клапана. Если знак сигнала положительный, то это означает, что клапан находится в состоянии «открытие», а если отрицательный - в состоянии «закрытие». Формирование сигналов, характеризующих переходные состояния клапана, обеспечивает требуемую точность управления клапаном в регулирующем режиме работы барабанного котла. При переходе клапана в состояние «открытие» производится обнуление текущего количества пара, произведенного за МИВ (с момента окончания предыдущей продувки), а при переходе клапана в состояние «закрытие» начинается новый цикл отсчета текущего количества пара.

Сигналы открытого и закрытого положения клапана определяют состояния «открыт» и «закрыт», обеспечивая подтверждение выполнения команд при подаче и прекращении подачи сигналов управления открытием и закрытием клапана.

На чертеже приведена блок-схема устройства, реализующего предлагаемый способ.

Устройство управления клапаном периодической продувки барабанного котла содержит клапан 1 периодической продувки с исполнительным механизмом 2, к входам «открыть» и «закрыть» которого подключены сигналы управления открытием и закрытием клапана. Датчик 3 расхода перегретого пара соединен с первым входом интегратора 4, выход которого соединен с первым входом, а задатчик 5 количества пара, произведенного за МИВ, со вторым входом формирователя 6 сигнала включения ИМ, выход которого подключен к входу R первого RS-триггера 7, к входу S которого подключен датчик 8 открытого положения клапана, а выход к входу «открыть» исполнительного механизма 2. Датчик 8 через таймер 9 также подключен к входу R второго RS-триггера 10, к входу S которого подключен датчик 11 закрытого положения клапана, а выход к входу «закрыть» исполнительного механизма 2. Датчик 12 положения ИМ через дифференциатор 13 соединен с нуль-органом 14, первый выход которого «открытие» подключен к входу R третьего RS-триггера 15, к входу S которого подключен второй выход «закрытие» нуль-органа 14, а выход подключен ко второму входу интегратора 4.

Датчик 3 расхода перегретого пара совместно с интегратором 4, к первому аналоговому входу которого он присоединен, обеспечивают измерение текущего количества пара, произведенного за МИВ, и по этому сигналу косвенно - количество механической взвеси (шлама), которое зависит, с одной стороны, от организации ВХР барабанного котла, в т.ч. от качества подготовки питательной воды, а с другой, от

производительности котла, которая обеспечивается подачей в него требуемого количества питательной воды.

Интегратор 4 по сигналу логической «1» на втором дискретно-управляемом входе от третьего RS-триггера 15, которым он управляется, обнуляет свой выход при переходе 5 клапана в состояние «открытие» (начало продувки). По сигналу логического «0» (при снятии «1») при переходе клапана в состояние «закрытие» (окончание продувки) интегратор 4 запускается и по текущим значениям расхода пара формирует сигнал количества пара, произведенного за МИВ.

Задатчиком 5 количества пара, произведенного за МИВ, по результатам испытаний 10 в соответствии с физико-химическими процессами косвенно задают верхнюю границу допустимого количества шлама, накапливающегося в нижних точках циркуляционного контура барабанного котла.

Формирователь 6 сигнала включения ИМ выполняет функцию блока сравнения, который формирует командный сигнал начала продувки по разности сигналов от 15 интегратора 4 и задатчика 5 при превышении величины текущего количества пара, произведенного за МИВ, его заданного значения. В зависимости от знака разности входных сигналов на выходе формирователя 6 формируется сигнал логического управления «0» (текущее значение количества пара меньше заданного) или «1» (текущее значение больше заданного), который управляет первым RS-триггером 7.

RS-триггеры 7, 10 и 15 выполняют функцию памяти, они формируют на выходе 20 логическую «1» при наличии логической «1» на входах R («пуск»). При подаче логической «1» на входы S («сброс» памяти) на выходах формируется логический «0». Второй вход имеет приоритет над первым.

Первый RS-триггер 7 и второй RS-триггер 10 обеспечивают подачу и прекращение 25 подачи сигналов управления открытием и закрытием клапана на входы «открыть» и «закрыть» исполнительного механизма 2.

Первый RS-триггер 7 по команде на входе R о начале продувки от формирователя 6 сигнала включения ИМ формирует на выходе логическую «1», которая поступает на 30 вход «открыть» исполнительного механизма 2 управления клапаном 1. После открытия датчик 8 открытого положения клапана формирует логическую «1», поступающую на вход S. Сигнал от датчика показывает, что команда выполнена, процесс открытия завершен, и выход первого RS-триггера 7 обнуляется. Исполнительный механизм 2 прекращает воздействие на клапан 1.

Аналогично функционирует второй RS-триггер 10 по команде на входе R от таймера 35 9, формируя на выходе логическую «1», которая поступает на вход «закрыть» механизма 2 управления клапаном 1. После закрытия датчик 11 закрытого положения клапана формирует логическую «1», поступающую на вход S: команда выполнена, процесс закрытия завершен, и выход второго RS-триггера 11 обнуляется, механизм 2 прекращает воздействие на клапан 1.

Датчики 8 открытого положения и 11 закрытого положения клапана формируют 40 сигналы состояний клапана «открыт» во время продувки и «закрыт» в межпродувочный интервал времени, обеспечивая логику управления клапаном в этих двух его состояниях. В исполнительных механизмах, которыми приводятся в движение клапаны, эту функцию выполняют конечные выключатели, нормально замкнутые контакты которых 45 предназначены для разрыва цепей управления, а нормально разомкнутые формируют сигналы состояний «открыт» или «закрыт» (КВ0 - конечный выключатель открытого положения, КВ3-конечный выключатель закрытого положения). При замыкании контакта формируется логическая «1», а при размыкании - логический «0».



Датчик 12 положения ИМ, характеризующий степень открытия клапана, совместно с дифференциатором 13 обеспечивают формирование сигнала скорости изменения положения ИМ (скорости перемещения клапана), по знаку которого судят о направлении перемещения: положительный - «открытие», отрицательный - «заккрытие».

5 Сигнал с выхода дифференциатора 13 подается на нуль-орган 14, который предназначен для определения переходных состояний клапана «открытие» или «заккрытие» и формирования логических «1» на первом или втором выходах соответственно при положительном или отрицательном знаке сигнала скорости.

10 Первый выход «открытие» и второй выход «заккрытие» нуль-органа 14 управляют входами R и S третьего RS-триггера 15, логическая команда управления «1» с выхода которого подается на второй дискретно-управляемый вход интегратора 4 и при открытии клапана продувки обнуляет выход интегратора, а при закрытии логическая команда «0» запускает интегратор 4 на новый цикл расчета количества пара, произведенного за МИВ.

15 Таймер 9 задания выдержки времени обеспечивает удержание клапана в открытом состоянии при продувке. Он получает сигнал от датчика 8 открытого положения клапана и через заданное время периодической продувки пропускает его на вход R второго RS-триггера 10. Тем самым задается количество продувочной воды за одно открытие клапана, что позволяет совместно с величиной задания, формируемого  
20 задатчиком 5, управлять долей воды, удаляемой из барабанного котла с периодической продувкой.

В межпродувочный интервал времени клапан 1 периодической продувки находится в закрытом состоянии и сигналы управления открытием и закрытием клапана на исполнительный механизм 2 не поступают. Сигнал  $D_{пе}(t)$  текущего расхода перегретого  
25 пара от датчика 3 поступает на первый вход интегратора 4, который формирует на выходе сигнал  $V_{пе}(t)$  текущего количества пара, произведенного за МИВ. В начале предыдущей продувки управляющей логической «1» от третьего RS-триггера, поданной на второй вход интегратора 4, его выход был сначала обнулен, а при окончании продувки логическим «0» интегратор 4 затем был запущен и начал отсчет текущего  
30 количества пара, произведенного за МИВ.

После превышения величины сигнала  $V_{пе}(t)$  от интегратора 4 сигнала  $V_{зд}$  от задатчика 5 заданного значения количества пара, произведенного за МИВ, изменение знака разности сигналов формирует на выходе формирователя 6 сигнала включения ИМ логическую «1», которая подается на вход R первого RS-триггера 7 (0 при  $V_{пе}(t) \leq V_{зд}$ ;  
35 1 при  $V_{пе}(t) > V_{зд}$ ).

Клапан находится в это время в состоянии «закрыт», поэтому сигнал от датчика 8 открытого положения клапана на входе S RS-триггера 7 отсутствует (логический «0»), что обеспечивает получение необходимого разрешающего условия на формирование  
40 первым RS-триггером 7 сигнала включения, подаваемого на вход «открыть» исполнительного механизма 2. Он открывает клапан 1 до тех пор, пока тот не будет открыт полностью. В состоянии «открыт» на выходе датчика 8 открытого положения клапана появляется логическая «1», поступающая на вход S RS-триггера 7. Происходит прекращение подачи сигнала управления открытием клапана.

45 Когда клапан начинает открываться, по сигналу  $\alpha_{им}(t)$  от датчика 12 положения ИМ дифференциатор 13 формирует сигнал  $d\alpha_{им}(t)/dt$  скорости изменения положения ИМ. Нуль-орган 14 определяет знак сигнала скорости. При положительном знаке

сигнала  $d\alpha_{\text{ИМ}}(t)/dt > 0$ , который подтверждает состояние «открытие», на первом выходе нуль-органа 14 формируется логическая «1». Этот сигнал подается на вход R («пуск») третьего RS-триггера 15. На его входе S («сброс») отсутствует управляющий сигнал «1» от второго выхода нуль-органа 14, формируемый в состоянии клапана «закрытие»,  
 5 когда  $d\alpha_{\text{ИМ}}(t)/dt < 0$ . Поэтому третий RS-триггер 15 запоминает команду на входе R и формирует на своем выходе логическую «1», которая поступает на второй вход интегратора 4, обеспечивая обнуление его выхода.

После перехода клапана в состояние «открыт» логическая «1» от датчика 8 наряду с поступлением на вход R первого RS-триггера 7 инициирует запуск таймера 9 выдержки времени  $\tau_{\text{ПП}}$  периодической продувки для обеспечения удержания клапана в открытом состоянии. С этого момента начинается отсчет текущего времени периодической продувки  $\tau_{\text{ПП}}$  до заданного значения  $\tau_{\text{ПП}}$ . По окончании этого времени на выходе таймера 9 формируется логическая «1», которая подается на вход R второго RS-триггера 10 (0  
 15 при  $t_{\text{ПП}} \leq \tau_{\text{ПП}}$ ; 1 при  $t_{\text{ПП}} > \tau_{\text{ПП}}$ ).

Клапан находится в это время в состоянии «открыт», поэтому сигнал от датчика 11 закрытого положения клапана на входе S второго RS-триггера 10 отсутствует (логический «0»), что обеспечивает получение необходимого разрешающего условия на формирование им сигнала включения, подаваемого на вход «закреть»  
 20 исполнительного механизма 2. Он закрывает клапан 1 до тех пор, пока тот не будет закрыт полностью. В состоянии клапана «закрыт» на выходе датчика 11 закрытого положения клапана появляется логическая «1», поступающая на вход S второго RS-триггера 10. Происходит прекращение подачи сигнала управления закрытием клапана.

Когда клапан начинает закрываться, по сигналу  $\alpha_{\text{ИМ}}(t)$  от датчика 12 положения ИМ  
 25 дифференциатор 13 формирует сигнал  $d\alpha_{\text{ИМ}}(t)/dt$  скорости изменения положения ИМ. Нуль-орган 14 определяет знак сигнала скорости. При отрицательном знаке сигнала  $d\alpha_{\text{ИМ}}(t)/dt < 0$ , который подтверждает состояние «закрытие», на втором выходе нуль-органа 14 формируется логическая «1». Этот сигнал подается на вход S («стоп») третьего  
 30 RS-триггера 15, который формирует на своем выходе логический «0», поступающий на второй вход интегратора 4, обеспечивая его запуск и начало расчета текущего количества расхода пара, произведенного за МИВ.

Воздействием на задатчик 5 корректируется максимально допустимое количество шлама, накапливающегося в нижних точках циркуляционной системы барабанного котла и определяемое количеством пара, произведенного за МИВ. Причем минимальная  
 35 величина задания должна обеспечивать периодическую продувку не реже одного раза за смену.

Воздействием на таймер 9 корректируется заданное время продувки, необходимое для удаления накопившегося за межпродувочный интервал времени шлама. Оно  
 40 определяет количество продувочной воды, удаленной с периодической продувкой.

Согласованное воздействие на задатчик 5 и таймер 9 обеспечивает управление долей воды, удаляемой с периодической продувкой.

При осуществлении способа и работе устройства по нему котел может работать как в базовом режиме с любой требуемой постоянной производительностью, так и в  
 45 регулирующем с переменной производительностью. При этом частота проведения периодической продувки определяется величиной межпродувочного интервала времени, которая автоматически определяется и меняется в зависимости от изменения нагрузки барабанного котла.

Способ может быть реализован как с применением обычных электронных средств, так и программируемых контроллеров, например типа «Ремиконт».

Таким образом, предлагаемые способ и устройство позволяют обеспечить точность управления клапаном периодической продувки барабанного котла в регулирующем режиме работы. Это осуществляется за счет измерения паропроизводительности барабанного котла, обеспечивающего косвенную оценку накопления шлама, и определения состояний клапана «открытие-открыт-закрытие-закрыт».

**Таблица формирования сигналов управления состояниями клапана периодической продувки**

Сигналы управления (выходы элементов устройства управления)	Состояния клапана			
	«Открытие» (переходное состояние)	«Открыт»	«Закрытие» (переходное состояние)	«Закрыт»
	Начало продувки	Продувка	Окончание продувки	Межпродувочный интервал времени
Диаграмма состояний				
Сигнал на открытие клапана (первый триггер 7 «открыть» ИМ)	1	0		
Сигнал на закрытие клапана (второй триггер 10 «закрыть» ИМ)	0		1	0
Положение ИМ (датчик 12 положения ИМ)	$\alpha_{им}(t)$			
Скорость перемещения ИМ (дифференциатор 13)	$d\alpha_{им}(t) / dt > 0$	$d\alpha_{им}(t) / dt = 0$	$d\alpha_{им}(t) / dt < 0$	$d\alpha_{им}(t) / dt = 0$
Состояние клапана «открытие» (выход «открытие» нуль-органа 14)	1 при $d\alpha_{им}(t) / dt > 0$	0 при $d\alpha_{им}(t) / dt \leq 0$		
Состояние клапана «закрытие» (выход «закрытие» нуль-органа 14)	0 при $d\alpha_{им}(t) / dt \geq 0$		1 при $d\alpha_{им}(t) / dt < 0$	0 при $d\alpha_{им}(t) / dt = 0$
Состояние клапана «открыт» (датчик 8 открытого положения клапана)	0	1	0	
Состояние клапана «закрыт» (датчик 11 закрытого положения клапана)	0			1
Команды обнуления и начала отсчета текущего количества произведенного пара (третий RS-триггер 15)	1 (обнуление интегратора 4)	1	0 (запуск интегратора 4, начало расчета $V_{пс}(t)$ )	0 (расчет интегратором 4 $V_{пс}(t)$ )
Заданное количество произведенного пара (задатчик 5)	$V_{зд}$			
Расход перегретого пара (датчик 3 расхода пара)	$D_{пс}(t)$			
Текущее количество произведенного пара (интегратор 4)	$V_{пс}(t) = 0$		$V_{пс}(t) = 0 \dots V_{зд}$	
Сравнение текущего и заданного количества произведенного пара (формирователь 6 сигнала включения ИМ)	0			0 при $V_{пс}(t) \leq V_{зд}$ ; 1 при $V_{пс}(t) > V_{зд}$
Удержание клапана в открытом состоянии (таймер 9)	*	0 при $t_{пн} \leq \tau_{пн}$ ; 1 при $t_{пн} > \tau_{пн}$	1 при $t_{пн} \leq \tau_{пн}$ ; 0 при $t_{пн} > \tau_{пн}$	*

где 1 – наличие сигнала / включение воздействия; 0 – отсутствие сигнала / отключение воздействия; \* – безразличное отношение способа и устройства к сигналу; ИМ – исполнительный механизм;  $\tau_{пн}$  – заданное время удержания клапана в открытом состоянии;  $t_{пн}$  – текущее время удержания клапана в открытом состоянии.

## Формула изобретения

1. Способ управления клапаном периодической продувки барабанного котла, включающий подачу и прекращение подачи сигналов управления открытием и закрытием клапана, определение состояний клапана и формирование сигналов «открыт» и «закрыт», задание выдержки времени и обеспечение удержания клапана в открытом состоянии, отличающийся тем, что дополнительно измеряют расход перегретого пара, формируют сигналы текущего и заданного количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени, формируют команды обнуления и начала отсчета текущего количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени, измеряют положение исполнительного механизма и по знаку сигнала скорости изменения положения определяют состояния клапана и формируют сигналы «открытие» или «закрытие», причем определение межпродувочного интервала времени осуществляют путем сравнения текущего количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени, с заданным, при достижении которого включают подачу сигнала управления открытием клапана, по сигналу «открытие» формируют команду обнуления текущего количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени, по сигналу «открыт» прекращают подачу сигнала управления открытием клапана, причем обеспечение удержания клапана в открытом состоянии производят по заданию выдержки времени, после чего включают подачу сигнала управления закрытием клапана, по сигналу «закрытие» формируют команду начала отсчета текущего количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени, и по сигналу «закрыт» прекращают подачу сигнала управления закрытием клапана.

2. Устройство управления клапаном периодической продувки барабанного котла, содержащее клапан с исполнительным механизмом, формирователь сигнала включения исполнительного механизма, таймер, датчик расхода перегретого пара, датчик положения исполнительного механизма, датчик открытого положения клапана и датчик закрытого положения клапана, интегратор, дифференциатор, три RS-триггера, нуль-орган и задатчик количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени, причем датчик расхода перегретого пара соединен с первым входом интегратора, выход которого соединен с первым входом формирователя сигнала включения исполнительного механизма, а задатчик количества пара, произведенного за межпродувочный интервал времени, соединен со вторым входом формирователя сигнала включения исполнительного механизма, выход которого подключен к входу R первого RS-триггера, выход первого RS-триггера соединен с входом «открыть» исполнительного механизма, а к входу S первого RS-триггера подключен датчик открытого положения клапана, при этом датчик открытого положения клапана через таймер подключен к входу R второго RS-триггера, вход S которого подключен к датчику закрытого положения клапана, а выход соединен с входом «закрыть» исполнительного механизма, датчик положения исполнительного механизма через дифференциатор соединен с нуль-органом, выходы которого «открытие» и «закрытие» клапана соответственно подключены к входам R и S третьего RS-триггера, а выход третьего RS-триггера подключен ко второму входу интегратора.