



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

G05D 23/00 (2024.08); F04D 27/00 (2024.08)

(21)(22) Заявка: 2024104634, 26.02.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
26.02.2024

Дата регистрации:  
27.01.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.02.2024

(45) Опубликовано: 27.01.2025 Бюл. № 3

Адрес для переписки:

629309, ЯНАО, г. Новый Уренгой, а/я 1130,  
ОАО "Севернефтегазпром"

(72) Автор(ы):

Дмитрук Владимир Владимирович (RU),  
Легай Алексей Александрович (RU),  
Романенков Роман Павлович (RU),  
Михайлов Сергей Александрович (RU),  
Евдокимов Андрей Николаевич (RU),  
Кильмаматова Эльза Тимерхановна (RU),  
Залилов Леонид Сергеевич (RU),  
Фаткиев Илгиз Фанасович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество  
"Севернефтегазпром" (RU)

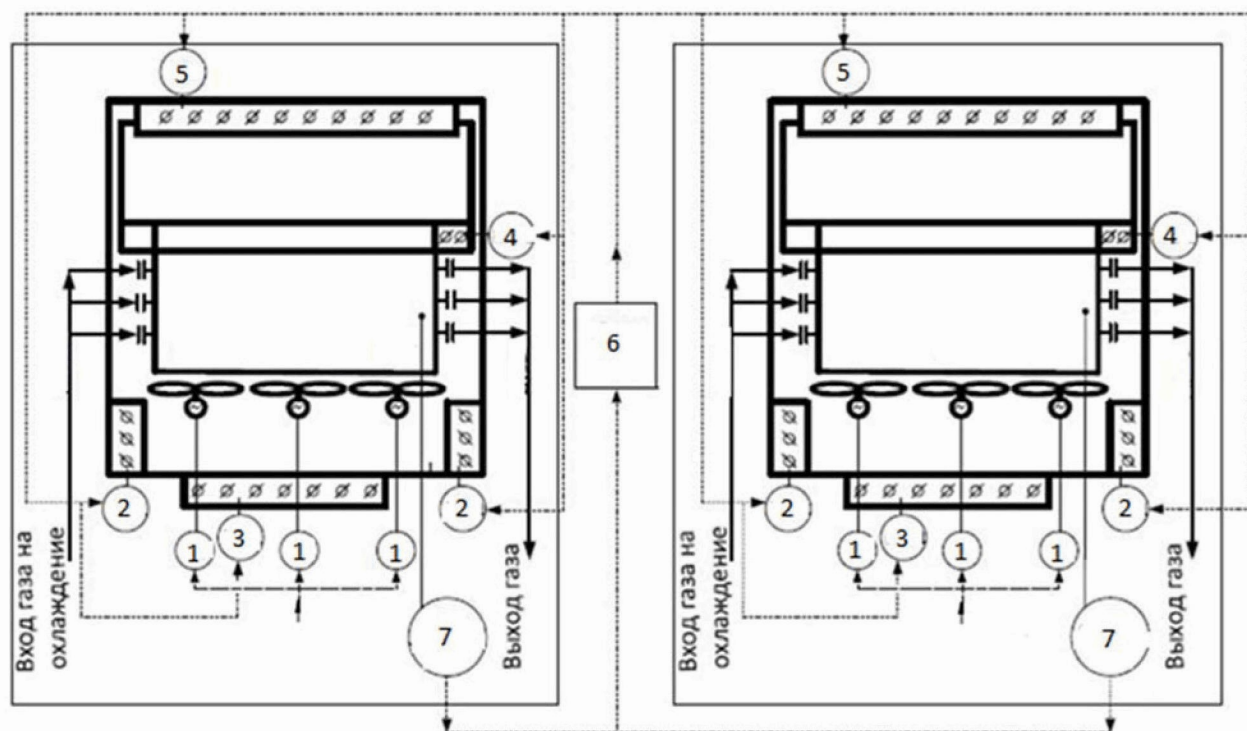
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2458256 C2, 10.08.2012. RU  
2291474 C2, 10.01.2007. RU 2330993 C2,  
10.08.2008. RU 91606 U1, 20.02.2010. JP  
2004239183 A, 26.08.2004. JP 11251776 A,  
17.09.1999.

(54) Способ управления аппаратом воздушного охлаждения газа

(57) Реферат:

Изобретение относится к газовой промышленности и может быть использовано при проектировании систем управления аппаратами воздушного охлаждения газа (далее АВОг) для охлаждения газа после компримирования на компрессорных станциях перед последующим транспортом по трубопроводу. Технический результат заключается в повышении энергоэффективности АВОг, применяемых для охлаждения природного газа на компрессорных станциях. Технический результат достигается за счет того, что на входе в каждую секцию АВОг текущего состава

измеряют температуру и давление газа, рассчитывают температуру начала гидратообразования Тгидр для измеренных параметров газа и устанавливают минимум Tmin и максимум Tmax температуры нижнего ряда трубных пучков, а также регулируют температуру трубок нижнего ряда трубного пучка теплообменных секций АВОг путем изменения положения жалюзи по рассчитанному коэффициенту открытия жалюзи К и включают или отключают вентиляторы в зависимости от значения температуры наружного воздуха. 2 ил.



Фиг. 1

FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*G05D 23/00 (2024.08); F04D 27/00 (2024.08)*(21)(22) Application: **2024104634, 26.02.2024**(24) Effective date for property rights:  
**26.02.2024**Registration date:  
**27.01.2025**

Priority:

(22) Date of filing: **26.02.2024**(45) Date of publication: **27.01.2025** Bull. № 3

Mail address:

**629309, YANAO, g. Novyj Urengoj, a/ya 1130,  
OAO "Severneftegazprom"**

(72) Inventor(s):

**Dmitruk Vladimir Vladimirovich (RU),  
Legai Aleksei Aleksandrovich (RU),  
Romanenkov Roman Pavlovich (RU),  
Mikhailov Sergei Aleksandrovich (RU),  
Evdokimov Andrei Nikolaevich (RU),  
Kilmamatova Elza Timerkhanovna (RU),  
Zalilov Leonid Sergeevich (RU),  
Fatkiev Ilgiz Fanasovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo  
«Severneftegazprom» (RU)**(54) **METHOD OF CONTROLLING GAS AIR COOLING APPARATUS**

(57) Abstract:

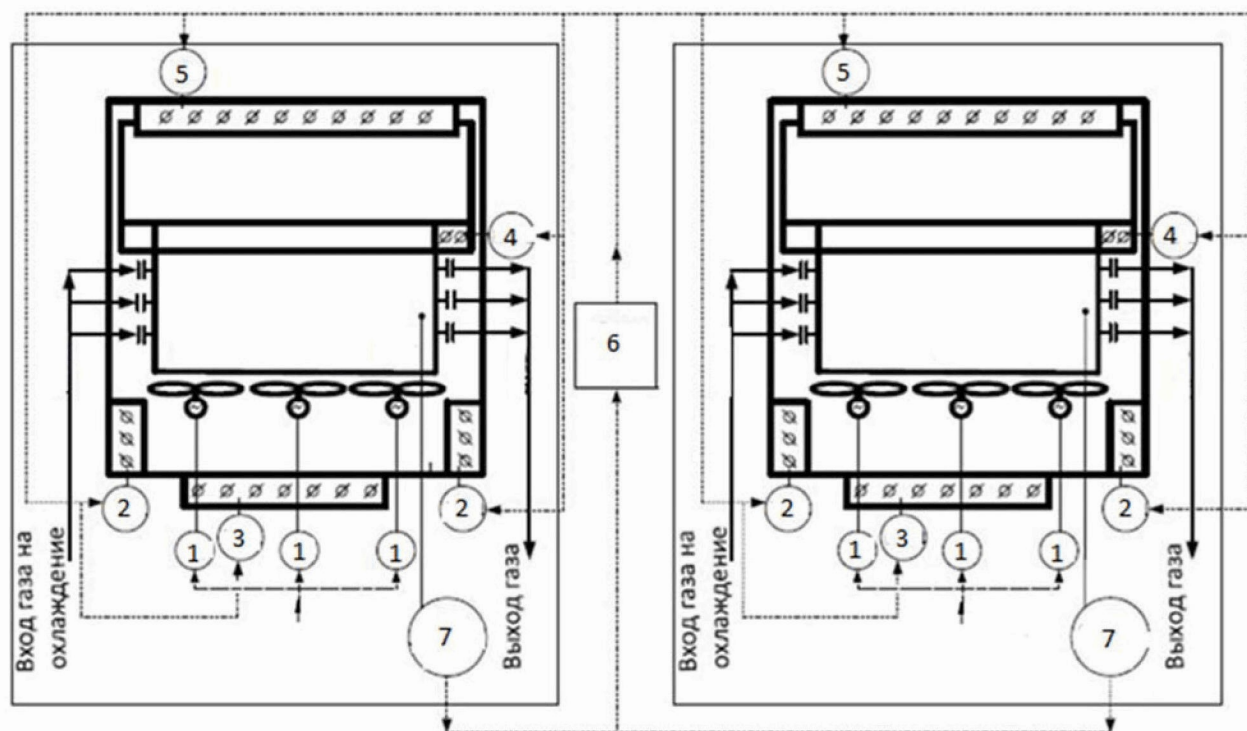
FIELD: gas industry.

SUBSTANCE: invention relates to gas industry and can be used in designing control systems for gas air cooling apparatus (hereinafter ACAg) for gas cooling after compression at compressor stations before subsequent transportation through a pipeline. Gas temperature and pressure are measured at the inlet of each section of ACAg of the current composition, temperature of the beginning of hydrate formation Thydr is calculated for the measured gas parameters

and the minimum Tmin and maximum Tmax of the temperature of the lower row of the tube bundles are set, besides, temperature of tubes of lower row of tube bundle of heat exchange sections of ACAg is controlled by changing position of louvres by calculated coefficient of louvre opening K and fans are switched on or off depending on value of ambient air temperature.

EFFECT: improving energy efficiency of ACAg used for cooling of natural gas at compressor stations.

1 cl, 2 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к газовой промышленности и может быть использовано при проектировании систем управления аппаратами воздушного охлаждения газа (далее АВОг) для охлаждения газа после сжатия на компрессорных станциях перед последующим транспортом по трубопроводу.

5 АВОг широко используются в газовой промышленности для охлаждения газообразных сред, в частности для охлаждения природного газа на дожимных компрессорных станциях газовых промыслов (далее ДКС ГП) ввиду требований энергосбережения, т.к. при сжатии природного газа его температура увеличивается. Газ после компрессоров охлаждается с помощью АВОг для снижения мощности на  
10 транспортировку, для увеличения пропускной способности газопровода и повышения его надежности, а также для предотвращения глубокого оттаивания грунта.

Как правило, применяются АВОг горизонтального типа с нижним расположением вентиляторов, представляющие собой технологическую установку из двух блоков секций, объединенных коллекторами входа и выхода газа и двух блоков  
15 металлоконструкции. Каждый блок секции состоит из трубного пучка, соединяющего две сварные камеры, закрепленные на металлической конструкции. Камеры снабжены штуцерами с фланцами для присоединения к коллекторам входа и выхода газа. Коллекторы входа и выхода газа представляют собой сосуд из трубы, с одной стороны которого расположены штуцера. В каждой секции АВОг предусмотрена установка  
20 четырех блоков жалюзи: торцевых, переточных, выходных верхних и воздухозаборных нижних. С торцевых сторон секции расположены торцевые жалюзи, в полу установлены воздухозаборные нижние жалюзи, сверху, над трубным пучком, находятся выходные верхние жалюзи. Общие переточные жалюзи обеспечивают переток теплого воздуха на вход вентиляторов при эксплуатации АВОг в условиях пониженных температур  
25 наружного воздуха. Охлаждение газа осуществляется воздухом, нагнетаемым вентиляторами через секции АВОг. Открытие и закрытие блоков жалюзи при работе осуществляется электрическими приводами через шестеренчатые редукторы. Включение и отключение вентиляторов осуществляется в зависимости от температуры наружного воздуха и температуры газа на выходе из АВОг.

30 Известны способы автоматического управления процессом охлаждения природного газа (см., например, Крюков И.П. Аппараты воздушного охлаждения. - М.: Химия, 1983. - 168 с), основанные на измерении температуры газа в выходном коллекторе АВОг и не учитывающие точное регулирование температуры стенки нижних трубных пучков.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому изобретению является  
35 способ автоматического управления аппаратами воздушного охлаждения, заключающийся в измерении температуры охлаждаемой среды на выходном коллекторе многосекционной установки охлаждения и включении/отключении части электродвигателей вентиляторов секций установки в функции измеренной температуры охлаждаемой среды, при этом для каждой секции теплообменников при включенном  
40 двигателе вентилятора измеряют электрическую мощность, потребляемую им из сети, температуру на входе и выходе секции, периодически определяют разность измеренных температур на входе и выходе, а также отношение разности температур к измеренной мощности, принимают вычисленные отношения за показатели эффективности работы секций теплообменников, периодически запоминают и сравнивают их, причем в случае  
45 отклонения температуры охлаждаемой среды на выходном коллекторе установки охлаждения ниже зоны допустимых отклонений с выдержкой времени отключают вентилятор секции теплообменника с наименьшим показателем эффективности, а в случае отклонения температуры выше зоны допустимых отклонений подключают

вентилятор секции теплообменника с наибольшим показателем эффективности среди отключенных (патент на изобретение №2458256, МПК F04D 27/00, опубликовано: 10.08.2012).

Общими недостатками известных способов управления АВОг являются:

- 5 - недостаточное охлаждение газа из-за преждевременного срабатывания антигидратной защиты в период эксплуатации АВОг при температуре окружающего воздуха ниже минус 5°C, что приводит к снижению энергоэффективности процесса охлаждения газа ввиду необходимости включения в работу дополнительных вентиляторов АВОг для поддержания заданной температуры в камере вентилятора;
- 10 - преждевременный износ исполнительных механизмов (приводов управления жалюзи и электродвигателей) АВОг из-за использования дополнительных вентиляторов и жалюзи для регулирования температуры потока воздуха;
- избыточное участие оператора в управлении АВОг в части корректировки параметров регулирования автоматизированной системой управления технологическими процессами (далее АСУТП) АВОг при изменении технологического процесса под воздействием внешних факторов.

Задачей заявляемого изобретения является устранение указанных недостатков. Технический результат заявляемого технического решения заключается в повышении энергоэффективности АВОг, применяемых для охлаждения природного газа на компрессорных станциях, за счет усовершенствования алгоритмов антигидратной защиты, обеспечивающего снижение температуры газа на выходе АВОг с устранением преждевременного срабатывания исполнительных механизмов антигидратной защиты (электродвигателей вентиляторов и приводов жалюзи).

Поставленная задача решается, а технический результат достигается за счет того, что способ управления АВОг включает измерение на входе в каждую секцию АВОг текущего состава, температуры трубки секции и давления газа во входном коллекторе, расчет температуры начала гидратообразования  $T_{гидр}$  для измеренных параметров газа, расчет уставок минимума  $T_{min}$  и максимума  $T_{max}$  температуры нижнего ряда трубных пучков по формулам:

$$30 \quad T_{min} = T_{гидр} + 0,5; \quad (1)$$

$$T_{max} = T_{гидр} + 1,5; \quad (2)$$

расчет коэффициента открытия жалюзи  $K$  по формуле:

$$35 \quad K = \begin{cases} (T_{нтп} - T_{min}) / (T_{max} - T_{min}) \\ 1, \text{ при } T_{max} < T_{нтп} \\ 0, \text{ при } T_{min} > T_{нтп} \end{cases} \quad (3)$$

где  $T_{нтп}$  - температура нижнего ряда трубных пучков, °C; и регулирование температуры трубок нижнего ряда трубного пучка теплообменных секций АВОг путем изменения положения жалюзи по рассчитанному коэффициенту открытия жалюзи  $K$  и включения или отключения вентиляторов в зависимости от значения температуры наружного воздуха  $T_{нв}$ : при  $T_{нв} < 5^\circ\text{C}$  во время поступления сигнала о включении вентилятора отключают пропорционально-интегрально-дифференцирующее (далее ПИД) регулирование и жалюзи секции АВОг переводят в положение 20%-го открытия, после чего производят пуск дополнительного вентилятора и включают ПИД-регулирование открытия жалюзи, при  $T_{нв} \geq 5^\circ\text{C}$  дополнительный вентилятор включают без изменения положения жалюзи.

Усовершенствование алгоритмов антигидратной защиты АВОг заключается во

введении динамических уставок  $T_{\min}$  и  $T_{\max}$  температуры нижнего ряда трубных пучков ( $T_{\text{нтп}}$ ), которые меняются в зависимости от температуры начала гидратообразования  $T_{\text{гидр}}$ , которая рассчитывается исходя из значений концентрации метанола в газе, температуры трубки секции и давления газа во входном коллекторе на входе каждой секции АВОг. При этом антигидратная защита является полностью независимой для каждой секции АВОг и предполагает плавное закрытие жалюзи секции АВОг при приближении  $T_{\text{нтп}}$  к  $T_{\text{гидр}}$ . Режим антигидратной защиты включается при значениях  $T_{\text{нтп}}$  ниже уставки  $T_{\max}$ .

Технологические запасы  $0,5^{\circ}\text{C}$  при расчете  $T_{\min}$  и  $1,5^{\circ}\text{C}$  при расчете  $T_{\max}$ , прибавляемые к температуре гидратообразования  $T_{\text{гидр}}$ , формируют уставки по минимальной и максимальной температуре стенки нижнего ряда трубок в трубном пучке секции АВОг. Разница между температурой газа в трубках и температурой трубок составляет примерно  $3-5^{\circ}\text{C}$ , что увеличивает диапазон запаса по температуре начала гидратообразования  $T_{\text{гидр}}$  до  $3,5-6,5^{\circ}\text{C}$ .

Для наиболее эффективного охлаждения газа целесообразно регулировать  $T_{\text{нтп}}$  теплообменных секций АВОг, а не температуру газа на выходе АВОг, что позволяет АВОг работать в оптимальной режиме как в летнее, так и в зимнее время, с обеспечением минимальной температуры газа на выходе АВОг с учетом  $T_{\text{гидр}}$ .

Регулирование температуры нижнего ряда трубных пучков  $T_{\text{нтп}}$  осуществляется в пределах, превышающих на несколько градусов уставку срабатывания антигидратной защиты АВОг. Тем самым предотвращается работа АВОг в гидратном режиме, а температура газа на выходе АВОг снижается до минимально возможной. Например, при снижении давления на входе в АВОг уставка по температуре срабатывания антигидратной защиты снижается, тем самым позволяя охлаждать газ до более низких температур по сравнению с постоянной уставкой.

В случае падения  $T_{\text{нтп}}$  одной из теплообменной секций АВОг ниже уставки  $T_{\max}$  в способе управления АВОг учитывается коэффициент открытия жалюзи  $K$ , который определяет степень открытия жалюзи, предотвращая падение  $T_{\text{нтп}}$  до значения температуры начала  $T_{\text{гидр}}$ . При этом в случае снижения  $T_{\text{нтп}}$  ниже уставки  $T_{\min}$  жалюзи в этой секции закрываются полностью.

Работа вентиляторов осуществляется в двух режимах: зимнем и летнем. В зимнем режиме, когда температура наружного воздуха ( $T_{\text{нв}}$ )  $< 5^{\circ}\text{C}$ , во время поступления сигнала о включении вентилятора отключается пропорционально-интегрально-дифференцирующее (далее ПИД)

регулирование и жалюзи секции АВОг переводятся в положение 20%-го открытия. Далее производится пуск дополнительного вентилятора и включается ПИД-регулирование открытия жалюзи. В летнем режиме, когда  $T_{\text{нв}} \geq 5^{\circ}\text{C}$ , дополнительный вентилятор включается без изменения положения жалюзи.

На фиг.1 представлена схема АВОг с использованием следующих обозначений:

- 1 - вентилятор (6 шт. );
- 2 - электропривод торцевой жалюзи (4 шт. );
- 3 - электропривод выпускных жалюзи;
- 4 - электропривод переточной жалюзи;
- 5 - электропривод верхней жалюзи (2 шт. );
- 6 - система автоматического управления АВОг;
- 7 - датчик температуры газа на выходе АВОг.

Принцип работы АВОг заключается в следующем: входной поток газа разделяется на два потока и поступает в передние камеры двух теплообменных секций АВОг. Каждая

теплообменная секция включает в себя 195 оребренных трубок, расположенных в шести вертикальных рядах, расположенных над тремя вентиляторами 1. Газ, проходя по оребренным трубкам, охлаждается потоком воздуха, нагнетаемым вентиляторами 1, и поступает в заднюю камеру теплообменной секции, после чего потоки газа снова  
5 объединяются и направляются в коллектор газа.

АВОг включает следующие комплекты жалюзи: верхние жалюзи, управляемые с помощью электропривода верхней жалюзи 5 (2 шт., по 1 на секцию); торцевые жалюзи со стороны передней и задней камеры каждой секции, управляемые с помощью электропривода торцевой жалюзи 2; переточные жалюзи, управляемые с помощью  
10 электропривода переточной жалюзи 4 и установленные между теплообменными секциями, а также выпускные жалюзи, управляемые с помощью электропривода выпускных жалюзи 3. Положение жалюзи меняется с помощью системы автоматического управления АВОг 6 в зависимости от параметров процесса регулирования температуры газа на выходе АВОг и температуры наружного воздуха Т<sub>нв</sub>.

15 Измерение температуры газа на входе в АВОг осуществляется по месту термометрами и дистанционно по датчикам температуры. Измерение температуры газа на выходе каждого АВОг осуществляется по месту термометрами и дистанционно по датчикам температуры газа на выходе АВОг 7.

На фиг.2 представлена блок-схема для реализации заявляемого изобретения,  
20 обозначение элементов для которой приведены в таблице 1.

25

30

35

40

45

Таблица 1

| № п/п  | Значение элемента                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8      | Давление газа во входном коллекторе                                                                                                                                                                                                                           |
| 9      | Температура трубки нижнего ряда первой секции                                                                                                                                                                                                                 |
| 10     | Температура трубки нижнего ряда второй секции                                                                                                                                                                                                                 |
| 11     | Температура наружного воздуха                                                                                                                                                                                                                                 |
| 12     | Положение жалюзи первой секции                                                                                                                                                                                                                                |
| 13     | Положение жалюзи второй секции                                                                                                                                                                                                                                |
| 14     | Концентрация метанола в газе                                                                                                                                                                                                                                  |
| 15     | Температура гидратообразования - Тгидр                                                                                                                                                                                                                        |
| 16     | Уставка минимума температуры нижнего ряда трубных пучков - Tmin                                                                                                                                                                                               |
| 17     | Уставка максимума температуры нижнего ряда трубных пучков - Tmax                                                                                                                                                                                              |
| 18     | Температура нижнего ряда трубных пучков - Тнп                                                                                                                                                                                                                 |
| 19     | Коэффициент открытия жалюзи первой секции - K1                                                                                                                                                                                                                |
| 20     | Значение открытия жалюзи первой секции с учетом поправочного коэффициента K1 - MUL1                                                                                                                                                                           |
| 21, 28 | Мультиплексор аналоговых сигналов. Если на входе SW «0», содержимое входа S1 передается на выход OUT. Если на входе SW «1», на выход OUT передается значение входа S2. Сигнал SW поступает от контроллера управления количеством работающих вентиляторов      |
| 22, 25 | Блок ПИД-регулятора<br>На вход SP подается уставка ПИД-регулирования<br>На вход PV подается текущее значение параметра<br>Выходы OUT1 и OUT2 вырабатывают управляющее воздействие исполнительного механизма в соответствии с заложенным законом регулирования |

| № п/п  | Значение элемента                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 23     | Коэффициент открытия жалюзи второй секции - K2                                                                                                                                                                                                                            |
| 24     | Значение открытия жалюзи второй секции с учетом поправочного коэффициента K2 - MUL2                                                                                                                                                                                       |
| 26, 27 | Блок управления количеством работающих вентиляторов<br>Во время пуска дополнительного вентилятора в зимнем режиме передает сигнал «1» на вход SW мультиплексора, «0» в других случаях. Сигнал на изменение положения жалюзи на вход S2 мультиплексора фиксирован как 20%. |
| 29     | Задание на привод GM14                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 30     | Задание на привод GM12                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 31     | Задание на привод GM9                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 32     | Задание на привод GM7                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 33     | Задание на привод GM15                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 34     | Задание на привод GM13                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 35     | Задание на привод GM10                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 36     | Задание на привод GM18                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 37     | Вкл/выкл №1                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 38     | Вкл/выкл №2                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 39     | Вкл/выкл №3                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 40     | Вкл/выкл №4                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 41     | Вкл/выкл №5                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 42     | Вкл/выкл №6                                                                                                                                                                                                                                                               |

Непосредственно регулирование температуры газа в каждой отдельной секции АВОг осуществляется за счет работы блоков ПИД-регулятора 22 и 25, регулирующих степень открытия жалюзи первой и второй секции, и блоков управления количеством работающих вентиляторов 26 и 27 первой и второй секции, соответственно. При переводе секций в автоматический режим блоки ПИД-регулятора 22 и 25 включают алгоритм управления АВОг, при этом на всех иконках жалюзи и блоках ПИД-регулятора 22 и 25 появляется буква «А», сигнализирующая о переводе исполнительного механизма в автоматический режим. Если же указанные блоки не справляются с работой (скорость падения/роста температуры ниже заданного значения после открытия/закрытия жалюзи до настраиваемых граничных положений), тогда подключаются блоки управления количеством работающих вентиляторов 26 и 27.

Рассмотрим работу первой секции. Блок ПИД-регулятора 22 получает в качестве задания значение температуры трубки нижнего ряда первой секции 9, которое необходимо поддерживать до расчетной температуры гидратообразования газа 15. В зависимости от этого задания, от давления газа во входном коллекторе 8, от концентрации метанола в газе 14, а также от расчетной температуры гидратообразования

15 блок ПИД-регулятора 22 формирует через мультиплексор аналоговых сигналов 21 соответствующие управляющие воздействия на исполнительный механизм путем направления заданий на привод GM14, GM12, GM9 и GM7 29, 30, 31 и 32, соответственно, что приводит к открытию или закрытию жалюзи.

5 В случае падения температуры нижнего ряда трубных пучков секций 18 ниже уставки максимума температуры нижнего ряда трубных пучков  $T_{\max}$  17 необходимо учитывать коэффициент открытия жалюзи первой секции 19, задействованный в антигидратном регулировании, и служащий для предупреждения негативных ситуаций. При этом значения открытия жалюзи первой секции с учетом поправочного коэффициента  $K_1$   
 10 20 управляющего воздействия блока ПИД-регулятора 22 и фактической степени открытия жалюзи могут отличаться. В случае снижения температуры нижнего ряда трубных пучков секций 18 до уставки минимума температуры нижнего ряда трубных пучков  $T_{\min}$  16 задания на привод GM14, GM12, GM9 и GM7 29, 30, 31 и 32 закрывает жалюзи полностью.

15 Коэффициенты открытия жалюзи первой 19 и второй 23 секций рассчитываются по формуле (3). По мере приближения температуры нижнего ряда трубных пучков 18 к температуре гидратообразования 15 задания на привод GM14, GM12, GM9 и GM7 29, 30, 31 и 32 уменьшаются путем умножения на соответствующий коэффициент открытия жалюзи первой 19 и второй 23 секций, стремящийся к нулю. По мере удаления  
 20 температуры нижнего ряда трубных пучков 18 от температуры гидратообразования 15 задания на привод GM14, GM12, GM9 и GM7 29, 30, 31 и 32 увеличиваются путем умножения на соответствующий коэффициент открытия жалюзи первой 19 и второй 23 секций, стремящийся к единице. Приведенная последовательность действий используется для регулирования приточных и выпускных жалюзи. Переточные жалюзи  
 25 работают в следующих режимах в зависимости от температуры наружного воздуха  $T_{\text{нв}}$ :

- при  $T_{\text{нв}} < \text{минус } 5^{\circ}\text{C}$  степень открытия жалюзи равна 100%;
- при  $\text{минус } 10^{\circ}\text{C} < T_{\text{нв}} < \text{минус } 5^{\circ}\text{C}$  степень открытия жалюзи равна 50%;
- при  $T_{\text{нв}} > \text{минус } 5^{\circ}\text{C}$  степень открытия жалюзи равна 0%. Блок ПИД-регулятора

30 25 для второй секции работает аналогично.

Как отмечалось выше, блоки управления количеством работающих вентиляторов 26 и 27 включаются в работу только тогда, когда блоки ПИД-регулятора 22 и 25 не справляются с поддержанием температуры. Включение и отключение вентиляторов отличается для зимнего и летнего режима. В зимнем режиме при  $T_{\text{нв}} < 5^{\circ}\text{C}$  при  
 35 поступлении сигнала о включении вентилятора отключается блок ПИД-регулятора 22 и/или 25 и жалюзи соответствующей секции АВОг переводятся в положение 20%-го открытия. Далее производится пуск вентилятора и включается блок ПИД-регулятора 22 и/или 25 для открытия жалюзи. В летнем режиме  $T_{\text{нв}} > 5^{\circ}\text{C}$  дополнительный вентилятор включается без изменения положения жалюзи.

40 Включение дополнительного вентилятора произойдет по сигналам Вкл/выкл №1, №2, №3 37-39 или по сигналам Вкл/выкл №4, №5, №6 40-41 для соответствующей секции, если одновременно выполняются следующие условия:

- за установленное время (30 секунд) положение жалюзи первой 12 и/или второй 13 секций изменится на величину менее установленной, т.е. предел уже рядом и  
 45 регулирование замедлено;

- за установленное время (30 секунд) значение температуры на выходе АВОг изменится на величину менее установленной, т.е. управление неэффективно в силу недостатка технических возможностей.

Выключение вентилятора в секции произойдет, если в течение 30 секунд положение жалюзи первой 12 и/или второй 13 секций не превышает 10%-ой степени открытия (т.е. жалюзи уже практически полностью закрыты, но АВОг прогреться не в состоянии, значит есть «лишний» работающий вентилятор).

Для отключения автоматического режима необходимо перейти на видеокадр соответствующего аппарата АВОг и нажать кнопку «Отключить автоматический режим». После этого все жалюзи аппарата и блоки ПИД-регулятора 22 и 25 перейдут в дистанционный режим. Состояние исполнительных механизмов не изменится.

#### (57) Формула изобретения

Способ управления аппаратом воздушного охлаждения газа, включающий измерение на входе в каждую секцию аппарата текущего состава, температуры трубки секции и давления газа во входном коллекторе, расчет температуры начала гидратообразования  $T_{гидр}$  для измеренных параметров газа, расчет уставок минимума  $T_{min}$  и максимума  $T_{max}$  температуры нижнего ряда трубных пучков по формулам:

$$T_{min} = T_{гидр} + 0,5; (1)$$

$$T_{max} = T_{гидр} + 1,5; (2)$$

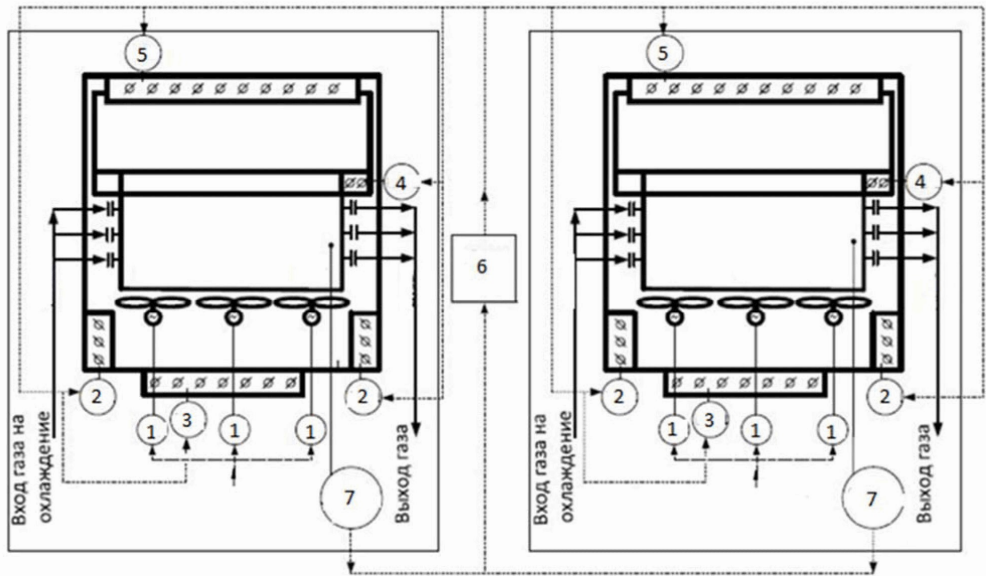
расчет коэффициента открытия жалюзи  $K$  по формуле:

$$K = \begin{cases} (T_{нтп} - T_{min}) / (T_{max} - T_{min}) \\ 1, \text{ при } T_{max} < T_{нтп} \\ 0, \text{ при } T_{min} > T_{нтп} \end{cases}, (3)$$

где  $T_{нтп}$  – температура нижнего ряда трубных пучков, °С;

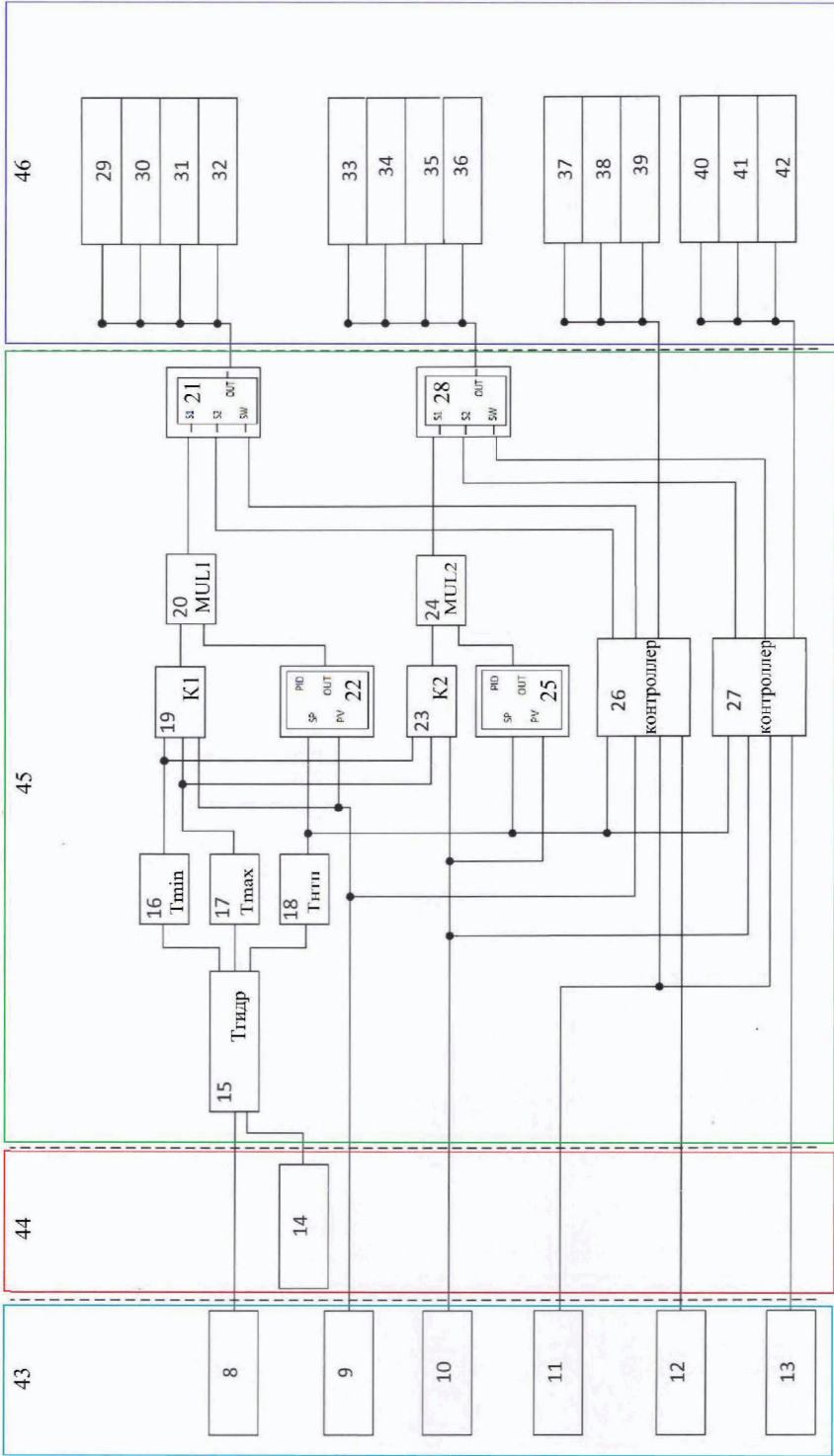
и регулирование температуры трубок нижнего ряда трубного пучка теплообменных секций аппарата воздушного охлаждения газа путем изменения положения жалюзи по рассчитанному коэффициенту открытия жалюзи  $K$  и включения или отключения вентиляторов в зависимости от значения температуры наружного воздуха: при значении температуры наружного воздуха меньше пяти градусов по Цельсию во время поступления сигнала о включении вентилятора отключают пропорционально-интегрально-дифференцирующее регулирование и жалюзи секции аппарата воздушного охлаждения газа переводят в положение двадцатипроцентного открытия, после чего производят пуск дополнительного вентилятора и включают пропорционально-интегрально-дифференцирующее регулирование открытия жалюзи, при значении температуры наружного воздуха, равном или большем пяти градусов по Цельсию, дополнительный вентилятор включают без изменения положения жалюзи.

1



Фиг. 1

2



Фиг. 2