

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039073**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.11.30

(21) Номер заявки
202092181

(22) Дата подачи заявки
2020.09.07

(51) Int. Cl. **F23D 11/00** (2006.01)
F23D 17/00 (2006.01)
F23R 3/14 (2006.01)
F23C 7/00 (2006.01)

(54) ДВУХЪЯРУСНАЯ ГОРЕЛКА(43) **2021.11.25**(96) **KZ2020/052 (KZ) 2020.09.07**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**НЕКОММЕРЧЕСКОЕ
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ ИМЕНИ
ГУМАРБЕКА ДАУКЕЕВА" (KZ)**

(56) UA-C2-68446
US-A-4600377
US-B1-6199367
EP-B1-1224423
EP-A1-1394471
RU-C1-2716951

(72) Изобретатель:
**Достияров Абай Мухамедиярулы,
Ожикенова Жанат Фархатовна,
Катранова Газиза Сериковна (KZ)**

(57) Изобретение относится к горелкам газотурбинных установок (ГТУ) и газотурбинных двигателей (ГТД), в частности к двухъярусным горелкам, выполненным с возможностью стабилизации дискретно-зонного горения с малым количеством токсичных веществ. Основными проблемами при создании горелочного устройства низкоэмиссионных камер сгорания являются достижение высококачественного распыла и эффективного смешения топлива с воздушным потоком, а также организация горения в области "бедных" смесей. В связи со сложностью процессов, протекающих в реальных устройствах, и отсутствием для их описания подходящих математических моделей эта проблема до сих пор не решена. Одним из путей снижения вредных выбросов окислов азота камерами сгорания ГТУ и ГТД является применение камер, в которых горение происходит в двух зонах. Зоны могут быть последовательными и параллельными, тогда их называют ярусными. Они уменьшают длину камеры сгорания, но увеличивают размеры в радиальном направлении. Существуют основные ("бедная") и вспомогательные зоны. На разных режимах устройства работают разные зоны. Управление работы зон можно регулировать выход токсичных выбросов. Этим обеспечивается снижение окислов азота на напряженных режимах и режимах малого газа. Задачей предлагаемого изобретения является создание эффективной, экономически выгодной и промышленно применимой, легко регулируемой двухъярусной горелки с низкими показателями токсичных веществ в выхлопных газах. Двухъярусная горелка состоит из внутреннего и наружного ярусов, содержащая корпус (1) в виде цилиндра, топливную трубку для жидкого (2) и газообразного (14) топлива, отверстия (3) и (11), входной завихритель (4) для поступления воздуха в горелку, камера для газа (5), конический обтекатель (7), закрылку (13), сопло (9), лопатки (8) второго (внешнего) яруса, которые выполнены полыми и подвижными относительно трубы (6) (фиг. 1) или (15) (фиг. 2), имеющей прорези (16).

B1**039073****039073****B1**

Изобретение относится к горелкам газотурбинных установок (ГТУ) и газотурбинных двигателей (ГТД), в частности к двухъярусным горелкам, выполненным с возможностью стабилизации дискретно-зонного горения с малым количеством токсичных веществ.

Основными проблемами при создании горелочного устройства низкоэмиссионных камер сгорания являются достижение высококачественного распыла и эффективного смешения топлива с воздушным потоком, а также организация горения в области "бедных" смесей. В связи со сложностью процессов, протекающих в реальных устройствах, и отсутствием для их описания подходящих математических моделей эта проблема до сих пор не решена.

Одним из путей снижения вредных выбросов окислов азота камерами сгорания ГТУ и ГТД является применение камер, в которых горение происходит в двух зонах. Зоны могут быть последовательными и параллельными, тогда их называют ярусными. Они уменьшают длину камеры сгорания, но увеличивают размеры в радиальном направлении. Существуют основные ("бедная") и вспомогательные зоны. На разных режимах устройства работают разные зоны. Управлением работы зон можно регулировать выход токсичных выбросов. Этим обеспечивается снижение окислов азота на напряженных режимах и режимах малого газа.

Известно горелочное устройство камеры сгорания, содержащее вспомогательную центральную горелку и основную внешнюю горелку в виде завихрителя воздуха с полыми лопатками и щелями в выходных кромках для раздачи топлива (патент RU 2170391 C1, МПК F23R 3/14, опубликовано 10.07.2001).

Недостатком известного устройства является недостаточная однородность топливоздушная смеси и снижение качества сжигания топлива, соответственно большое количество токсичных веществ.

Наиболее близкой к изобретению по технической сущности является двухъярусная горелка с рециркулирующей газов, содержащая корпус, форсунку, соосно установленную трубу в корпусе, один конец которого закрыт коническим обтекателем топливо-воздушного завихрителя. На трубе концентрично установлен завихритель, имеющий лопатки (патент KZ U 3369, МПК F23D 14/24, опубликовано 16.11.2018, бюл. № 43).

Данная полезная модель позволяет улучшить качество сжигания топлива и позволяет работать на двух видах топлива одновременно, однако имеет ряд таких недостатков как усложнение регулируемости процесса горения и неравномерное температурное поле.

Задачей предлагаемого изобретения является создание эффективной, экономически выгодной и промышленно применимой, легко регулируемой двухъярусной горелки с низкими показателями токсичных веществ в выхлопных газах.

Технический результат - увеличение интенсификации, диапазона устойчивого и эффективного горения, понижение образования оксидов азота. При работе двухъярусной горелки возможность регулирования рециркулирующей газов, а также обеспечение высокой полноты сгорания за счет второго яруса.

Для достижения технического результата двухъярусная горелка камеры сгорания, содержащей корпус, входные и выходные завихрители из лопаток, трубки для подачи топлива и распыления, камеру смешения, согласно изобретению отличается тем, что профилированные лопатки внешнего яруса выполнены полыми и относительно оси закрепления подвижными, с возможностью изменения угла установки, а внутренний ярус выполнен подвижным по оси горелки, и в обтекаемом конусе выполнены щели для поступления рециркуляционных газов до выходного лопаточного регистра, также входной завихритель по высоте разделен на три части, причем в верхней и нижней части лопатки спрофилированы и углы закрутки согласованы с углами установки и закрутки на выходных лопатках ярусов.

Изобретение поясняется чертежами. На фиг. 1 показан поперечный вид двухъярусной горелки и на фиг. 2 показан регулируемая лопатка, где

- 1 - корпус;
- 2 - подвижная топливная трубка;
- 3 - отверстие для жидкого топлива;
- 4 - лопаточный входной завихритель;
- 5 - камера для газа;
- 6 - отверстие;
- 7 - конический обтекатель;
- 8 - поворотный лопаточный аппарат;
- 9 - сопло;
- 10 - кольцевой канал;
- 11 - отверстие;
- 12 - опора или задвижка;
- 13 - закрылка;
- 14 - трубка подачи газа;
- 15 - подача газообразного топлива по оси в каждой лопатке;
- 16 - прорези.

Двухъярусная горелка состоит из внутреннего и наружного ярусов, содержащая корпус 1 в виде ци-

линдра, топливную трубку для жидкого 2 и газообразного 14 топлива, отверстие 3 и 11, входной завихритель 4 для поступления воздуха в горелку, камера для газа 5, конический обтекатель 7, закрылку 13, сопло 9, лопатки 8 второго (внешнего) яруса, которые выполнены полыми и подвижными относительно трубы 6 (фиг. 1) или 15 (фиг. 2), имеющей прорези 16.

Двухъярусная горелка работает следующим образом: в поток закрученного воздуха, поступающего из входного лопаточного завихрителя 4, подается через отверстие 3 и 11 жидкое, а через отверстие 6 по оси 15 (фиг. 2) газообразное топливо. Образующаяся топливовоздушная смесь проходит по кольцевым каналам 10 и тремя потоками выбрасывается в зону горения, причем два потока дополнительно подкручиваются в кольцевых лопаточных аппаратах 8, что способствует интенсификации процесса горения.

Горелка предназначена для работы как на одном виде топлива, так и для совместного сжигания жидкого и газообразного топлива. При этом возможны следующие режимы работы: горелка одновременно сжигает газообразное и жидкое топливо. В таком случае топлива подаются через отверстие 3, 11, 6, либо при "вдвинутом" в крайнее левое положение коническим обтекателем 7 - через отверстие 6 и 11. При этом в первом случае и газообразное, и жидкое топлива перемешиваются в пределах горелки, и к выходу из горелки образуются "многофазная" горячая смесь усредненного состава. Во втором случае в горелке формируются потоки горючей смеси, сгорающие в виде самостоятельных факелов, причем наружный факел дополнительно подогревается недоиспаренное жидкое топливо. В результате длина зоны горения по центральной полости камеры сгорания укорачивается. Совместная подача газообразного и жидкого топлива в горелку особенно эффективна, когда в качестве основного жидкого топлива используются ухудшенные сорта. Использование газообразного топлива в совокупности с жидким целесообразно и для увеличения надежности разжога камеры горения, особенно при "холодных" запусках двигателей. При использовании низкосортного жидкого топлива с пониженным значением теплоты сгорания подача высококалорийного газа в горелку одновременно обеспечивает рост конечной температуры газа, способствует и сокращению выхода окислов азота и других токсичных компонентов из факельных зон.

Регулировка путем сдвига центрального конуса лопаточного аппарата 8, внутреннего яруса, обеспечивает равномерное распределение воздуха и горючей смеси по сечению горелки, повышение коэффициента избытка воздуха, идущего по каналу 10, примыкающему к обтекателю 7, так как в противном случае (при отсутствии регулировки) основная масса воздуха под действием центробежных сил поступает в два других канала 10. А регулировка процесса горения путем изменения угла установки лопаточного аппарата 8 оказывает положительные воздействия на характеристики горелки. Газ через трубку 14 поступает в полость 5 камеру подачи газа, через отверстие 6 газ поступает в осевые трубки 15 полый лопатки 8. В полый лопатке (фиг. 2) через прорези 16 в передней кромке поступает воздух, и в лопатке подготавливается топливовоздушная смесь газа с воздухом, причем $\alpha=0,2-0,4$. Для дополнительного снижения NO_x при сжигании ухудшенных жидких топлив используется рециркуляция горячих продуктов сгорания через закрылки 13 до лопаток 8.

Таким образом, заявляемое многоярусное исполнение горелки с возможностью осевого перемещения ее внутреннего контура позволяет регулировать параметры факела и улучшать суммарные теплогидравлические и эксплуатационные показатели камеры сгорания. При этом пусковые и "частичные" режимы работы камеры сгорания характеризуются укороченным факелом, а основные и форсированные, помимо прочего, и более равномерной структурой пламени, что предопределяет выравнивание температур в огневой плоскости. Последнее способствует снижению выбросов окислов азота и других токсичных компонентов с уходящими из камеры газами. В целом расширяется и диапазон устойчивой работы камеры сгорания, а за счет более полного заполнения факелом сечения жаровой трубы и сокращения общей длины факела становится возможным сокращение длины камеры сгорания (уменьшение ее веса) и повышение показателей теплонапряженности конструкции.

По предварительным оценкам предлагаемая двухъярусная схема организации процесса горения позволяет уменьшить индекс эмиссии NO_x для ГТУ на 20%.

Вместе с тем, предлагаемое устройство позволяет решить следующий ряд требований: высокая полнота сгорания на всех режимах работы, максимальная неоднородность температурного поля на выходе из камеры сгорания ниже 25%, надежный розжиг и устойчивая работа (без срывов пламени и вибрационного горения) при большом изменении суммарного коэффициента избытка воздуха.

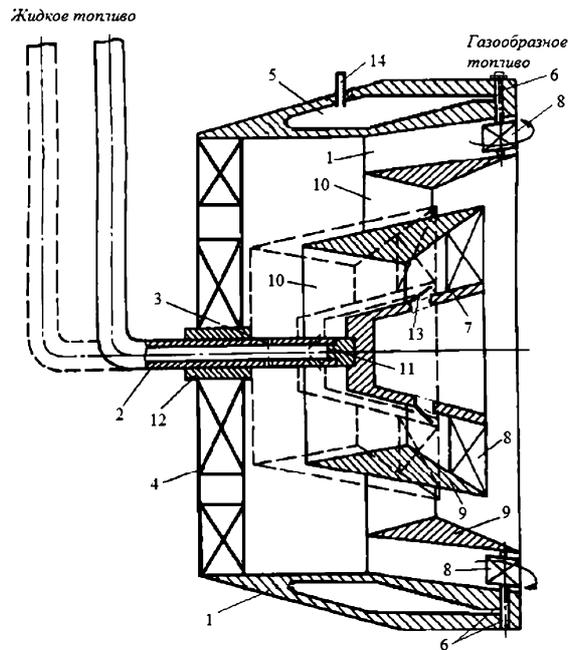
Предлагаемая двухъярусная горелка позволяет получить, по сравнению с существующими устройствами, лучшее предварительное смешение топлива с воздухом, более устойчивое горение в связи с использованием микрофакельного сжигания, по отношению к самовоспламенению топлива.

Разработанное изобретение более устойчиво к проскокам и срывам пламени, вибрационному горению, позволяет получить высокую полноту сгорания, значительное снижение эмиссии оксидов азота в камерах сгорания ГТУ.

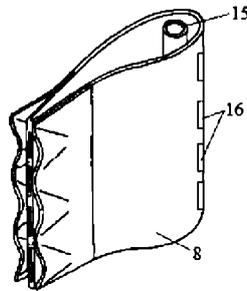
Приведенный пример представлен для иллюстрации заявляемого изобретения в наиболее наглядном виде и не исчерпывает всех возможных вариантов его применения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Двухъярусная горелка камеры сгорания, содержащая корпус, входные и выходные завихрители из лопаток, трубки для подачи топлива и распыления, камеру смешения, согласно изобретению отличается тем, что профилированные лопатки внешнего яруса выполнены полыми и относительно оси закрепления подвижными, с возможностью изменения угла установки, а внутренний ярус выполнен подвижным по оси горелки, и в обтекаемом конусе выполнены щели для поступления рециркуляционных газов до выходного лопаточного регистра, также входной завихритель по высоте разделен на три части, причем в верхней и нижней части лопатки спрофилированы и углы закрутки согласованы с углами установки и закрутки на выходных лопатках ярусов.



Фиг. 1



Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2