

УДК 66.07:614.833/838.44

ГАШЕНИЕ ПЛАМЕНИ В ОГНЕПРЕГРАДИТЕЛЕ СО СЛОЕМ КАТАЛИЗАТОРА ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ ПО ВЫСОТЕ

Тюльпинов Д. А., Тюльпинов А. Д.

EXTINGUISHING OF FLAME QUENCHING LAYER WITH THE LAYER OF CATALYST OF VARIABLE SECTION ON A HEIGHT

Tyulpinov D. A., Tyulpinov A. D.

Разработан способ эффективного гашения пламени с использованием слоя катализатора переменного сечения путем флегматизации горючей смеси продуктами каталитического окисления горючих компонентов газового потока. В огнепреградителе с переменным сечением слоя катализатора зона реакции перемещается при увеличении расхода газов на большее сечение, а с уменьшением расхода газов на меньшее сечение.

Ключевые слова: пламя, окисление, катализатор, скорость потока, конус.

Введение. Взрывобезопасность на производствах, в технологических процессах которых возможно образование пожаро- и взрывоопасных сред, обеспечивается организационно-техническими мерами и использованием средств взрывозащиты [1].

Анализ последних исследований и публикаций. Во многих случаях взрывобезопасность обеспечивается с помощью различных типов огнепреградителей, имеющих общий принцип гашения путем отбора тепла от пламени при его контакте с поверхностью узких каналов [2, 3]. Промышленные огнепреградители рассчитаны на время локализации пламени до 2 часов, после чего они прогреваются и пропускают пламя. Для гашения пламени прерываются поток горючей смеси, направив его в атмосферу, или останавливают газоподающее оборудование, что приводит к дополнительным материальным и энергетическим расходам при повторном пуске производства. Подача в технологическую систему флегматизаторов горения загрязняет целевой продукт, осложняет систему очистки газа.

Применение катализатора в качестве насадки огнепреградителя позволяет избежать загрязнения целевого продукта, но при этом возникает необходимость обеспечения устойчивого гетерогенно-каталитического окисления транспортируемой среды на поверхности частиц катализатора при возникновении и локализации пламени для достижения флегматизации транспортируемой газовой смеси путём окисления части горючего компонента потока [4, 5].

Целью работы является увеличение скоростного диапазона движения газового потока в огнепреградителе при обеспечении гашения пламени.

Задачей работы является исследование распространения инициированного пламени в аппарате переменного сечения.

Экспериментальная часть. В огнепреградителе применяется насадка из слоя катализатора переменного сечения по длине огнепреградителя. Причем меньшее сечение предшествует большему по направлению движению газа, который транспортируется (рис. 1). Для создания слоя переменного сечения огнепреградитель выполнен в форме конуса. Скорость газов в огнепреградителе определяется отношением расхода газов к сечению конуса и изменяется по высоте огнепреградителя.

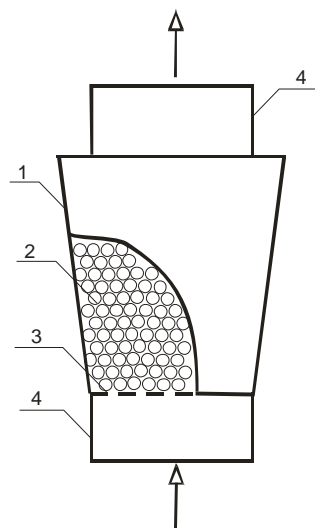


Рис. 1. Схема огнепреградителя со слоем катализатора переменного сечения по высоте: 1 – корпус; 2- насадка; 3 - удерживающая сетка; 4 - трубопровод

Газ, в качестве которого используют метановоздушную смесь, пропускают через огнепреграждающий элемент 1 со слоем

катализатора. Огнепреградитель имеет форму конуса с нижним диаметром $4 \cdot 10^{-2}$ м, верхним диаметром 0,1 м и длиной 0,5 м. В него загружают на газораспределительную сетку катализатор. Материалом слоя является алюмопалладиевый катализатор диаметром $1 \cdot 10^{-3}$ м, концентрация палладия 1,5-2% вес. Концентрация метана у газовой смеси 9,5% об. Размер нижнего и верхнего сечения слоя катализатора меняют путем изменения высоты нахождения удерживающей сетки относительно корпуса реактора. Варьируя расход потока газовой смеси в реактор, изменяют условия проведения процесса гашения пламени, наблюдают за результатом.

Результаты экспериментов. Результаты исследований гашения пламени в огнепреградителе со слоем катализатора переменного сечения по высоте приведены в таблице 1.

В примерах 1-4 (табл. 1) пламя контактирует со слоем катализатора и постепенно прогревает его.

Как сравнительные примеры приведены опыты, проведенные в огнепреградителе с постоянным сечением слоя катализатора по высоте слоя (табл. 1).

Таблица 1

Гашение пламени в огнепреградителе со слоем катализатора переменного сечения по высоте

| Номера примеров | Диаметр слоя катализатора, $d \cdot 10^3$, м | | Сечение слоя, $S \cdot 10^3$, м ² | | Расход газов, $V \cdot 10^2$, м ³ /с | | Состояние системы: возрастание в начальное состояние +, не возрастание в начальное состояние - |
|-----------------|---|------------------|---|------------------|--|--------------|--|
| | на входе потока | на выходе потока | на входе потока | на выходе потока | минимальная | максимальная | |
| 1 | 40 | 80 | 1,26 | 5 | 3,25 | 13,0 | + |
| 2 | 50 | 85 | 1,96 | 5,67 | 5,1 | 14,7 | + |
| 3 | 60 | 90 | 2,80 | 6,36 | 7,3 | 16,5 | + |
| 4 | 75 | 100 | 4,40 | 7,85 | 11,4 | 20,4 | + |
| 5 | 50 | 50 | 1,96 | 1,96 | 6,6 | 9,8 | - |
| 6 | 75 | 75 | 4,40 | 4,40 | 13,3 | 17,0 | - |

Обсуждение

Высокотемпературная зона гетерогеннокаталитической реакции перемещается по высоте слоя катализатора в зону, где скорость ее перемещения навстречу потоку газов равняется скорости охлаждения слоя. В опытах, выполненных в огнепреградителе с переменным сечением слоя катализатора, вследствие переменного по высоте огнепреградителя сечения слоя высокотемпературная зона реакции перемещается при увеличении расхода газов на высоту с большим сечением, а с уменьшением расхода газов на высоту с меньшим сечением.

результатов.

Вследствие флегматизации горючей газовой смеси продуктами каталитического окисления метана пламя гаснет. После гашения пламени продуктами окисления слой катализатора охлаждается потоком газа, который транспортируется. Система возвращается в начальное состояние.

В опытах 5, 6 (табл. 1), выполненных в огнепреградителе с постоянным сечением катализатора высокотемпературная зона реакции перемещается при увеличении расхода газов в направлении движения газов и реакция в реакторе прекращается. С уменьшением расхода газов высокотемпературная зона реакции перемещается навстречу движению газов и реакция в реакторе также прекращается. Гашение пламени не происходит. Система не возвращается в начальное состояние.

Выводы. В результате использования способа взрывозащиты при эксплуатации систем транспортировки газов со слоем катализатора переменного сечения происходит эффективное гашение возникшего пламени путем флегматизации горючей смеси продуктами каталитического окисления горючих компонентов газового потока.

Л і т е р а т у р а

1. Хаткова Л. В. Актуальні питання підвищення техногенної безпеки промислових підприємств / Хаткова Л. В., Дагіль В. Г. // Пожежна безпека: теорія і практика. - 2010. - № 5. - С. - 141-145.
2. Розловский А. И. Основы техники безопасности при работе с горючими газами и парами / А. И. Розловский - М.: Химия, 1980. - 376 с.
3. Стрижевский И. И. Промышленные огнепреградители / И. И. Стрижевский, В. Ф. Заказов. - М.: Химия, 1974. - 367 с.
4. Тюльпинов Д. А. Использование слоя катализатора в качестве насадки огнепреградителя / Д. А. Тюльпинов, А. В. Суворин, А. Д. Тюльпинов // Энерготехнологии и ресурсосбережение. - 2009. - № 1. - С. 33-36.
5. Пат. на корисну модель № 19920 Україна, МПК А62С 3/04 (2006.01). Спосіб вибухозахисту при експлуатації систем транспортування газів / О. Д. Тюльпінюв, О. В. Голотайстрів, О. Г. Крошкіна, Д. О. Тюльпінюв, К. О. Тюльпінюв (Україна); заявник та власник патенту Держ. ін-т техніки безпеки хім. виробництв - № у 2006 04091; заявл. 13.04.2006; опубл. 15.01.2007, Бюл. № 1.

References

1. Hatkova L. V. Aktual'ni pitannja pidvishhennja tehnogennoi bezpeki promislovih pidpriemstv / Hatkova L. V., Dagil' V. G. // Pozhezhna bezpeka: teorija i praktika. - 2010. - № 5. - S. - 141-145.
2. Rozlovskij A. I. Osnovy tehniki bezopasnosti pri rabote s gorjuchimi gazami i parami / A. I. Rozlovskij - M.: Himija, 1980.- 376 s.
3. Strizhevskij I. I. Promyshlennye ognepregraditeli / I. I. Strizhevskij, V. F. Zakaznov. - M.: Himija, 1974. - 367 s.
4. Tjul'pinov D. A. Ispol'zovanie sloja katalizatora v kachestve nasadki ognepregraditelja / D. A. Tjul'pinov, A. V. Suvorin, A. D. Tjul'pinov // Jenergotehnologii i resursosberezenie. - 2009. - № 1. - S. 33-36.

5. Pat. na korisnu model' № 19920 Ukraїna, MPK A62S 3/04 (2006.01). Sposib vibuhozahistu pri eksploatacii sistem transportuvannja gaziv / O. D. Tjul'pinov, O. V. Golotajstrov, O. G. Kroshkina, D. O. Tjul'pinov, K. O. Tjul'pinov (Ukraїna); zajavnik ta vlasnik patentu Derzh. in-t tehniki bezpeki him. virobnictv - № u 2006 04091; zajavl. 13.04.2006; opubl. 15.01.2007, Bjul. № 1.

Тюльпінів Д. О., Тюльпінів О. Д. Гасіння полум'я у вогнеперепиначу з шаром каталізатора змінного перетину по висоті

Розроблено спосіб ефективного гасіння полум'я з використанням шару каталізатора змінного перетину шляхом флегматизації горючої суміші продуктами каталітичного окислення горючих компонентів газового потоку. У вогнеперепиначу зі змінним перетином шару каталізатору зона реакції переміщується при збільшенні витрати газів на більший перетин, а зі зменшенням витрати газів на менший перетин.

Ключові слова: полум'я, окислення, каталізатор, швидкість потоку, конус.

Tyulpinov D. A., Tyulpinov A. D. Extinguishing of flame quenching layer with the layer of catalyst of variable section on a height

The method of the effective extinguishing of flame is developed with the use of layer of catalyst of variable section by phlegmatization of air-gas by the products of catalytic oxidization of combustible components of gas stream. Change the size of lower and overhead section of layer of catalyst by the change of height of finding of retaining net in relation to the corps of reactor. In the flame arrester with the variable section of layer of catalyst the area of reaction moves at the increase of expense of gases on the greater section, and with diminishing of expense of gases on the less section.

Keywords: flame, oxidization, catalyst, flow rate, cone.

Тюльпінів Дмитро Олександрович - к.т.н., науковий співробітник, ТОВ "Науково-проектний інститут хімічних технологій "Хімтехнологія" м. Северодонецьк. tmitek@rambler.ru

Тюльпінів Олександр Дмитрович - к.т.н., доцент, доцент кафедри технології неорганічних речовин та екології, Технологічний інститут Східноукраїнського національного університету імені В. Даля (м. Северодонецьк). tyulpi@rambler.ru

Рецензент: **Суворін О. В.** - д.т.н., доцент

Стаття подана 04.11.2013