

УДК 536.46

ОРГАНИЗАЦИЯ ИМПУЛЬСНОГО РЕЖИМА ГОРЕНИЯ В ПОТОКЕ АЭРОВЗВЕСИ

Егоров А.Г., Тизилов А.С., Сиденко К.А.

Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия, eag@tltsu.ru

Ключевые слова: аэровзвесь; алюминиево-воздушный факел; время пребывания; температура; интенсивность излучения; импульсный режим.

Одним из путей совершенствования энергетических установок и поиска наиболее эффективных способов сжигания топлива является создание установок с вибрационным или пульсационным сжиганием топлива. Способность пульсационного горения сообщать кинетическую энергию газовым массам находит широкое применение в самых различных технологических процессах и в энергетике. Устройства импульсного горения используются при нагреве залежей вязкой нефти, в технологиях сушки и транспортировки гранулированных частиц, забивания свай, бурения скважин, а также в ракетной и авиационной технике. Технологические возможности импульсного горения в настоящее время раскрыты далеко не полностью. В установках импульсного горения перспективными могут оказаться газодисперсные потоки, содержащие высокоэнергетические порошкообразные металлы. В зависимости от назначения энергетической установки можно будет получать импульсные газодисперсные потоки с заданными параметрами: скоростью, размерами, температурой, частотой, мощностью излучения и т.д. Использование энергоемких металлов в качестве порошкообразного металлического горючего в импульсных энергетических установках связано с организацией процесса горения в нестационарном потоке аэровзвеси. В настоящей работе, для решения данной задачи было определено локальное время пребывания частиц алюминия (Al) в камере с внезапным расширением и организован импульсный режим горения в потоке аэровзвеси частиц алюминия. Схема и описание экспериментальной установки, посредством которой осуществлялась организация импульсного режима горения в потоке аэровзвеси частиц алюминия, были представлены в [1].

В результате проведенных исследований выявлена аэродинамика течения потока аэровзвеси частиц алюминия и определены значения локального времени пребывания частиц в камере сгорания с внезапным расширением. Были определены время зажигания высокотемпературными продуктами сгорания зоны рециркуляции основного потока аэровзвеси и время распространения пламени по всему объему камеры сгорания. Используя полученные значения локального времени пребывания частиц Al в модельной камере, была разработана полноразмерная камера сгорания для импульсной энергетической установки. Результаты испытаний показали надежную работу энергетической установки в импульсном режиме. Варьируя составом аэровзвеси и режимом работы установки, можно управлять температурой, излучаемой энергией и размерами импульсного факела.

Полученные в настоящей работе результаты исследований можно использовать для создания импульсных энергетических установок на порошкообразном металлическом горючем, а также для моделирования радиационно-газодинамических процессов при естественных и техногенных катастрофах, при пожарах и взрывах аэровзвесей.

Список литературы

1. Тизилов, А.С. О пределах распространения пламени в потоке алюминиево-воздушной смеси / А.С. Тизилов, А.Г. Егоров // Химическая физика. 2013. – Т. 32. – № 3. – С. 35-38.

Сведения об авторах

Егоров Александр Григорьевич, д.т.н., профессор Тольяттинского государственного университета. Область научных интересов: механика гетерогенных сред, горение газодисперсных систем.

Тизилов Андрей Сергеевич, к.т.н., доцент Тольяттинского государственного университета. Область научных интересов: моделирование и горение газодисперсных систем.

Сиденко Кирилл Алексеевич, студент Тольяттинского государственного университета.

Область научных интересов: моделирование нестационарных газодинамических процессов.

ORGANIZING OF PULSE COMBUSTION OPERATION IN AIR SUSPENSION FLUX

Egorov A.G., Tisilov A.S., Sidenko K.A.

Togliatti State University, Togliatti, Russia, eag@tltsu.ru

Keywords: air suspension, aluminum-air torch, residence time, temperature, radiation intensity, radiation flux density.

In pulse combustion plants, gas-dispersion flows containing highly energetic powder formed metals are used. Depending on the application of power plant, pulse gas-dispersion flows with established parameters: velocity, temperature, frequency etc. are needed.

Pulse combustion operation in an aluminum-air dust, in particular particles of aluminum, may be organized by turning on and turning off powder supply into the combustion chamber with sudden expansion. For the operation of combustor chamber in pulse mode with supreme frequency, it is essential that time of the valve opening of powder delivery does not exceed the time which is needed for fulling the recirculation zone with particles, their ignition, firing by using high temperature combustion gases in recirculation zone of main stream of in air. As these processes arise simultaneously, supposing that there is a momentary valve reaction, the highest frequency of combustion chamber operation in pulse regime will be limited as the most extended in these periods of time. To achieve that it was necessary to evaluate the total time value of particles' Al presence in the recirculation zone (τ_{zp}), that is fulling with particles, their ignition; flame spreading around the recirculation zone. We need to evaluate time value of ignition by means of high temperature products of the recirculation zone of the an aluminum-air dust mainstream flow, as well as flame spread time throughout the combustion chamber (τ_{KC}).

In the dump-type combustor with a diameter of 0,042 m at the speed of incoming flow $U_0 = 50 \text{ m/s}$ for particles Al powder of brand ASD-4 with mean particle sized $d_{32} = 17,4 \text{ mkm}$, values τ_{zp} and τ_{KC} comprise $10 \cdot 10^{-3}$ and $2 \cdot 10^{-3} \text{ s}$, and for ASD-1 with a diameter $cd_{32} = 17,4 \text{ m km}$ according $15 \cdot 10^{-3}$ and $18 \cdot 10^{-3} \text{ s}$.

Minimum time value, which can provide the reliable ignition and stable burning of aluminum air dust in the sudden expansion chamber in pulsed conditions, can be defined with the expression

$\tau_{min} = \tau_{зп} + \tau_{КС}$. Therefore, minimum time value τ_{min} for aluminum air dust containing particles of powder ASD4 equals $14,2 \cdot 10^{-3}$ s, and for АСД-1 - $33,2 \cdot 10^{-3}$ s. If the time turning on and turning off powder supply into the combustion chamber is set equal, the length of the period (impulse + pause) for the aluminum air dust containing powders ASD-4 and ASD1 will make $28,4 \cdot 10^{-3}$ and $66,4 \cdot 10^{-3}$ s accordingly, and the impulse highest frequency 18 and 8 Hz.

Using the reported values of local time of particles Al presence in the model chamber, the full-scale combustor for the impulse plant was constructed, which operation was presented in this report.