

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСПАРЕНИЯ ПОЛИДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЫ КАПЕЛЬ В ИНЕРТНОЙ СРЕДЕ

Голдобин Ю.М., Поротников Н.С.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: 7778840@mail.ru

MODELING EVAPORATION OF POLYDISPERSE SYSTEM DROP IN AN INERT ENVIRONMENT

Goldobin Yu.M., Porotnikov N.S.

UralFederalUniversity, Yekaterinburg, Russia

The current and initial particle radius distribution functions for the automodel regime of polydisperse liquid fuel droplet system in inert ambient were derived based on the kinetic equation and single droplet evaporation rate. The automodel system parameters and equation for modelling the fraction of currently unevaporated fuel and ambient temperature change during evaporation of the droplets were obtained.

Процессы взаимодействия нагретого газа и системы испаряющихся частиц используются во многих установках – испарительное охлаждение, расширительная сушка, сжигание жидких углеводородных топлив и др. При сжигании жидких топлив нагрев капли до температуры кипения и ее испарение может происходить за счет различного подвода теплоты к поверхности капли: излучением, конвективным теплообменом или кондуктивным подводом от фронта горения. Горят пары топлива, которые должны прогреться до температуры воспламенения. При впрыске топлива в какую-либо среду всегда имеем полидисперсную систему капель, поэтому задача расчета испарения и горения существенно усложняются. В этом случае описание процессов тепломассообмена необходимо проводить на основе функции распределения частиц по радиусам с выделением автотемпературного режима испарения или горения.

В работе поставлена и решена задача испарения полидисперсной системы капель углеводородного топлива впрыснутых в инертную среду с целью определения времени испарения и изменения температуры среды. Предполагается, что в объеме осуществляется идеальное перемешивание, система адиабатическая, капли сферические и испаряются независимо друг от друга, дробление отсутствует.

Полидисперсность капель учитывается введением функции распределения частиц по радиусам, которая определена в результате решения кинетического уравнения с учетом скорости испарения одиночной капли [1]. Подвод теплоты к капле конвективный.

В результате получено выражение для скорости испарения одиночной капли, эволюция функции распределения, начальная функция распределения частиц по радиусам, автомодельные параметры системы капель. Введена доля капель не испарившихся к рассматриваемому моменту времени t – $y(t)$.

Из рассмотрения теплового баланса системы получены связь доли не испарившегося топлива $y(t)$ с избыточной температурой паров топлива (температурой среды) $\mathcal{G}(t)$, что позволило получить решение для $y(t)$ в виде:

$$y(t) = (\mathcal{G}_0 - \mathcal{G}^*) \cdot \{ \mathcal{G}_0 \cdot \exp[a^* \cdot (\mathcal{G}_0 - \mathcal{G}^*) \cdot t] - \mathcal{G}^* \}^{-1}, \quad (1)$$

где $\mathcal{G}_0 = (T_{cp,0} - T_s)$; $T_{cp,0}$ - начальная температура среды; T_s - температура кипения жидкого топлива; \mathcal{G}^*, a^* - константы определяющиеся предварительным расчетом.

Получено уравнение для средней температуры среды в процессе испарения капель, расчеты по которому показали, что температура среды падает незначительно, и всегда превышает температуру воспламенения паров топлива. При впрыске полидисперсной системы капель в окислительную среду пары топлива сразу воспламеняются.

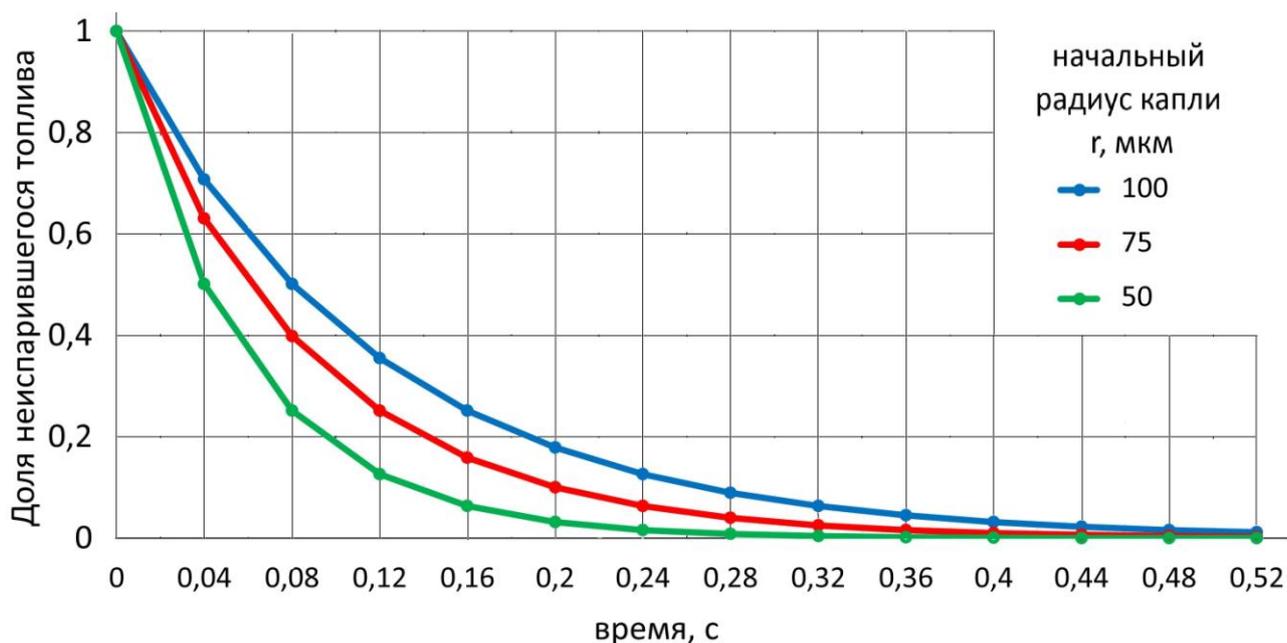


Рис.1. Изменение доли не испарившегося керосина марки Т1 от времени при $T_{cp,0} = 1200 \text{ }^\circ\text{C}$

1. Ясников Г.П. О кинетике автомодельного режима испарения полидисперсной системы капель. Минск, ИФЖ, том XLII, №2, с. 243-250, (1982).