

УДК 004.942+621.45.022.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ТОПЛИВНОЙ ПЛЕНКИ НА ВЫХОДЕ ИЗ СОПЛА ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ФОРСУНКИ С ПОМОЩЬЮ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПОЛУЭМПИРИЧЕСКИХ МЕТОДИК

© Якушкин Д.В., Ястребов В.В., Гураков Н.И.

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация

e-mail: nkgurakov@gmail.com

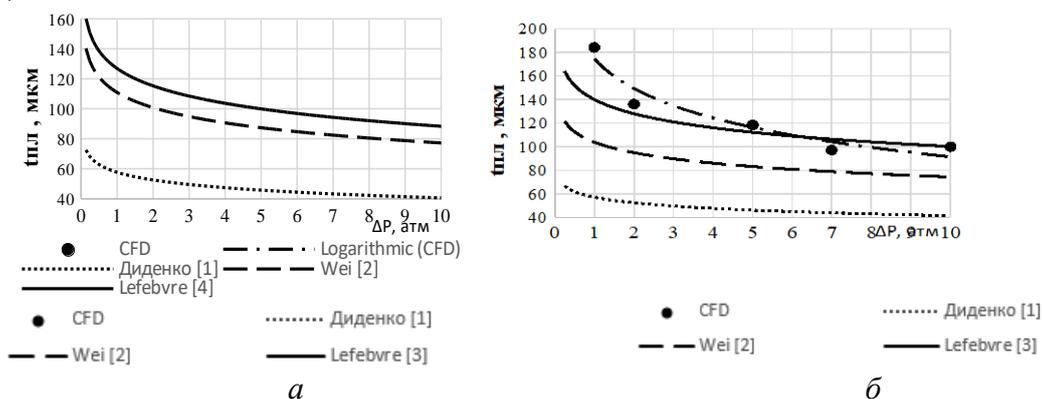
Основными методами экспериментального определения толщины топливной пленки ($t_{пл}$) жидкости являются электрический и оптический. При распыле керосина нельзя применить электрический метод из-за возможности воспламенения. В то же время из-за малых размеров $t_{пл}$ ее нельзя измерить оптическим путем. В связи с этим для ее определения используют полуэмпирические методики. Эти методики имеют свою область применения и расчет в них производится на основе экспериментально полученных расходных характеристик. Для повышения универсальности метода определения $t_{пл}$ и исключения необходимости проведения эксперимента актуальной является задача создания CFD методики, определяющей данную величину и учитывающей различные геометрические и расходные параметры.

В данной работе представлены различные методики, в которых $t_{пл}$ определяется в зависимости от перепада давления (ΔP) и расхода топлива, которые в большинстве случаев определяются экспериментально. Исследование проводилось для различных форсунок. Данные о геометрии приведены в таблице, в ней шнекоцентробежные форсунки под номерами 1,2 и центробежные из статьи [1] под номерами 3,4.

Таблица. Геометрические параметры форсунок

№ форсунки	Диаметра сопла (dc), мм	Количество входных каналов	Площадь входных каналов, мм ²	Радиус камеры закручивания, мм
1	0,4	3	0,38	4,2
2	0,5			
3 [1]	0,4		0,2	4
4 [1]	0,6			

На рисунке приведены графики зависимости толщины топливной пленки от перепада давления топлива и калибра сопла, полученные с помощью различных полуэмпирических методик, представленных в работах [1–4], и метода трехмерного моделирования.



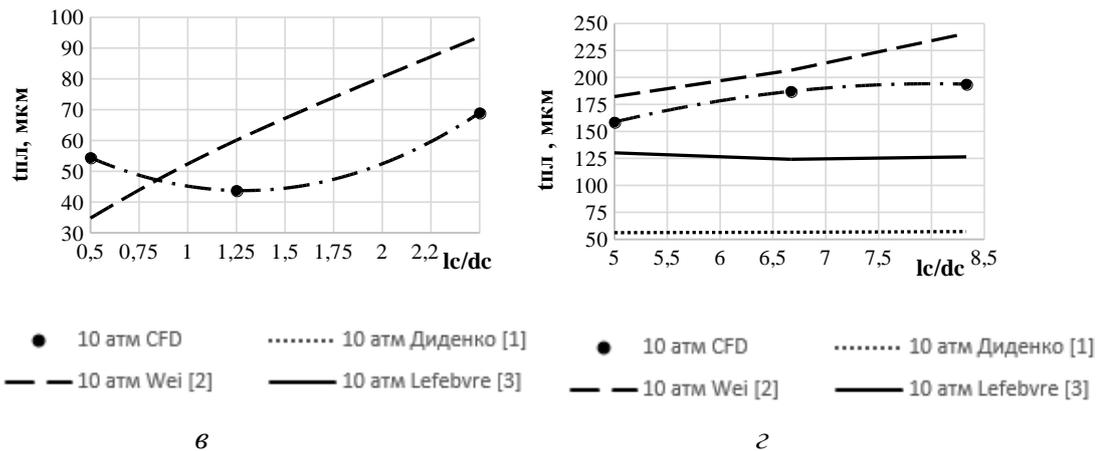


Рис. Графики зависимости $t_{пл}$ на выходе из сопла от расходных и геометрических характеристик для форсунок: а – № 1; б – № 2; в – № 3; г – № 4

Из приведенных графиков можно сделать вывод о том, что величина влияния перепада давления снижается при увеличении диаметра сопла. Так при диаметре 0,4 мм максимальная разность результатов 0,076 мм (46 %), а при диаметре 0,5 мм – 0,091 (38 %). Также следует вывод о том, что методики [1; 3] не учитывают влияние длины сопла. На основе рисунка можно сказать, что представленная CFD методика учитывает влияние как расходных, так и геометрических параметров, что говорит о ее универсальности. В связи с этим необходимо подтверждение достоверности расчетной модели по среднему диаметру капель, что вместе с проведенной валидацией по углу распыла позволит сделать вывод о возможности ее использования для определения характеристик распыла топлива различными центробежными форсунками, в том числе и толщины топливной пленки без проведения эксперимента.

Библиографический список

1. Диденко А.А. Исследование качества распыливания топлива и его влияния на характеристики камер сгорания малоразмерных ГТД: дис. ... канд. техн. наук: 05.07.05.: защищена 12.02.96. М., 1996. 267 с.
2. Xiao W., Huang Y. Improved Semiempirical Correlation to Predict Sauter Mean Diameter for Pressure-Swirl Atomizers // Journal of Propulsion and Power. 2014. V. 30, no. 6. P. 1628-1635. DOI: 10.2514/1.B35238
3. Lefebvre A.H. Atomization and Sprays. Hemisphere. New York, 1989. 434 p.