

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ РАСПЫЛИТЕЛЯ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ФОРСУНКИ НА КАЧЕСТВО РАСПЫЛИВАНИЯ

Чигищев В.Д., Савченко О.В., Литвиненко З.С.
 ПАО «ОДК-Кузнецов», г. Самара, chigischev.s98@gmail.com

Ключевые слова: газотурбинный двигатель, камера сгорания, распылитель, топливо, проекторный расчёт.

Центробежные распылители топлива широко применяются в камерах сгорания (КС) газотурбинных двигателей (ГТД). Такие распылители конструктивно просты и способны формировать характеристики капель топлива, обеспечивающие их быстрое испарение, что влияет на основные характеристики камеры сгорания, такие как полнота сгорания и эмиссия вредных веществ. Известны рекомендации по выбору их геометрических размеров для достижения минимального диаметра капель (максимально равномерного распыла) [1], [2].

Для существующей камеры сгорания необходимо изменить конструкцию распылителей с целью исключения коксования в них топлива. Для этого при сохранении расходной характеристики нужно увеличить диаметр входных тангенциальных каналов, являющихся самым узким местом. Расходную характеристику решено сохранить путём сохранения суммарных площадей проходных сечений входных каналов и сопла. Распылители с тремя и двумя входными каналами спроектированы на основе базового четырёхканального распылителя по методике [1].

Расчёт мультифазного течения проводился методом численной гидрогазодинамики на гомогенной модели «Объём жидкости» в неявной постановке. В качестве модели турбулентности была выбрана модель, основанная на решении уравнений переноса кинетической энергии турбулентности и скорости её рассеивания. Расчётная область четырёхканального распылителя показана на рисунке 1, а. На входе в модель задавались полное давление, интенсивность турбулентности и гидравлический диаметр. На выходе задавались атмосферное давление (полное для обратных токов), интенсивность турбулентности и коэффициент турбулентной вязкости обратных токов. Для облегчения модели применялось условие периодичности. На рисунке 1, б представлено типичное поле концентрации жидкой фазы на примере четырёхканального распылителя.

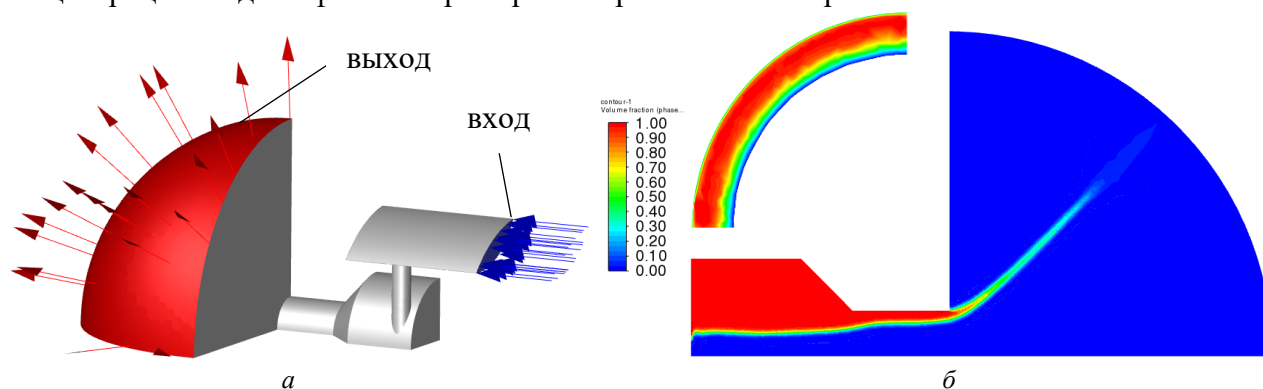


Рисунок 1 – Расчётная область (а) и поле концентрации жидкой фазы в сечениях (б)

На рисунке 2 представлена значения коэффициента заполнения сопла, рассчитанного численным методом, для соответствующих значений действующей характеристики распылителя. На рисунке также отмечены основные размеры распылителей и расхождения значений коэффициента заполнения сопла двух- и трёхканальных распылителей со значением для базового четырёхканального. Поскольку число Вебера во всех случаях >1 , согласно [3], толщина топливной плёнки на срезе сопла (а значит и коэффициент заполнения сопла) во многом определяет диаметр капли. Таким образом, при сохранении качества распыливания

диаметр тангенциальных каналов можно увеличить, из соображений исключения коксования в них топлива и упрощения технологии изготовления.

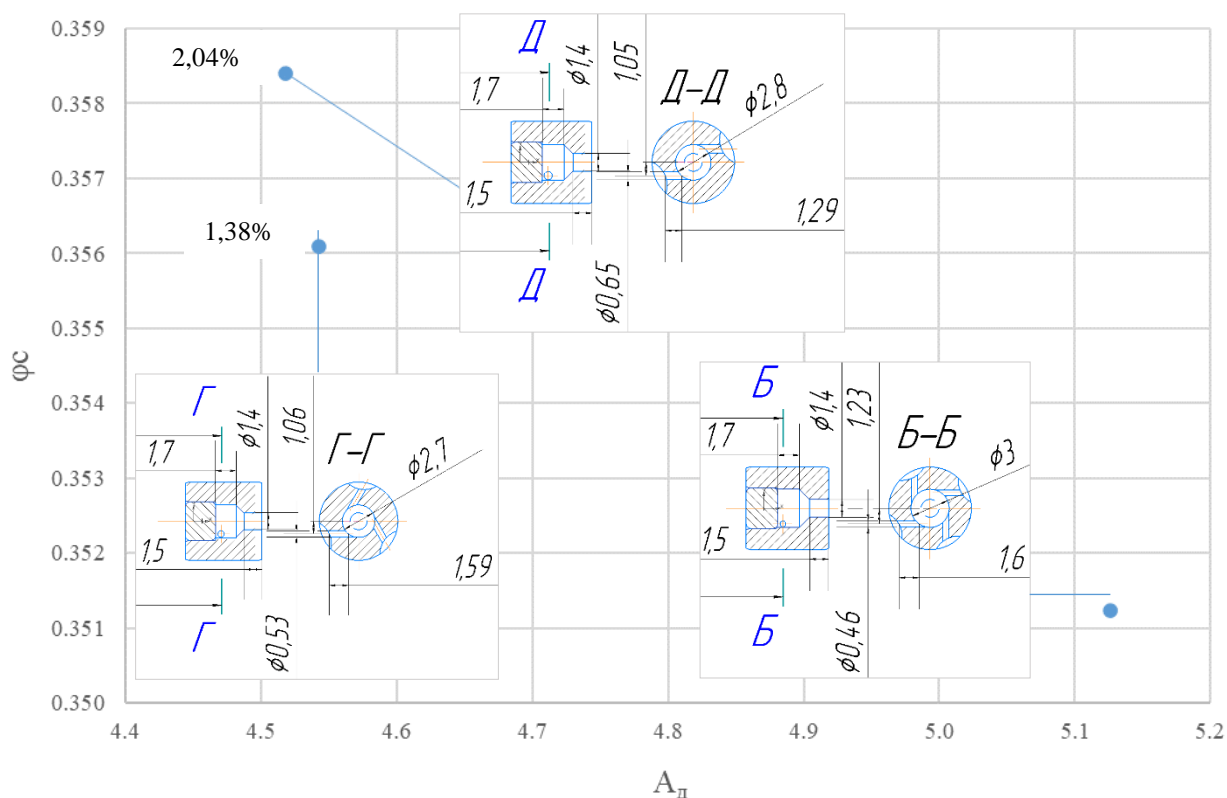


Рисунок 2 – Основные размеры распылителей и зависимость среднего заутеровского диаметра капель от диаметра тангенциальных каналов

Список литературы

1. Дитякин Ю.Ф. и др. Распыливание жидкостей. – М.: Машиностроение, 1977. – 208 с.
2. Лефевр А. Процессы в камерах сгорания ГТД; пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 566с.
3. Гураков Н.И. Гибридная методика определения характеристик распыла жидкого топлива центробежными форсунками камер сгорания авиационных ГТД [Текст]: дис. ... на соискание учёной степени канд. тех. наук: 05.07.05. – Самара, 2021. – 157 с.

Сведения об авторах

Чигищев Вячеслав Дмитриевич, инженер-конструктор. Область научных интересов: расчётная доводка КС ГТД, численное моделирование горения в двухтопливной КС.

Савченко Олег Владимирович, инженер-конструктор первой категории. Область научных интересов: численное моделирование распыливания и горения жидкого топлива.

Литвиненко Захар Сергеевич, инженер-конструктор третьей категории. Область научных интересов: процессы горения в камерах сгорания ГТД, распыл жидкого топлива.

NUMERICAL EVALUATION OF THE INFLUENCE OF A PRESSURE ATOMIZER GEOMETRY ON SPRAY QUALITY

Chigishchev V.D., Savchenko O.V., Litvinenko Z.S.
JSC Kuznetsov, Samara, Russia, chigischev.s98@gmail.com

Keywords: gas turbine engine, combustion chamber, atomizer, fuel, rapid calculation.

The volume fraction contours of fuel and the fraction of nozzle filled with fuel are shown for three atomizers with different number of inlet channels and the same fuel mass flow.