

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ФОРСУНОК С МЕЛКОДИСПЕРСНЫМ РАСПЫЛОМ

Полушин А. Н., Халиулин Р. Р., Сыченкова Е. В., Полушина И. М.
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева - КАИ, г. Казань, Татарстан, Россия

Форсунка (от англ. force – нагнетать) – устройство для дробления жидкости на большое число мелких капель и распределения их в пространстве. Принцип работы центробежной форсунки состоит в том, что жидкость, получившая интенсивное вращение в камере закручивания, вытекает из сопла в виде тонкой пленки, образующей полый конус. Пленка под влиянием окружающей газовой среды и других возмущений распадается на капли. Центробежные форсунки используются в энергетике, при сжигании жидкого топлива в камерах сгорания ГТД, в пожаротушении и др.

Первая работоспособная форсунка для сжигания жидкого топлива была предложена А. И. Шпаковским в 1864 г. В дальнейшем большую роль сыграла форсунка, созданная в 1880 г. инж. В. Г. Шуховым. Также свой вклад в экспериментальное исследование ЦБФ сделал Ю. И. Хавкин [1].

Теория идеальной центробежной форсунки, базирующаяся на принципе максимального расхода, разработана Г. Н. Абрамовичем. Несколько позже к аналогичным результатам пришли Л. С. Клячко, Д. Тейлор и К. Баммерт [1].

Характер воздействия различных факторов (скорость истечения жидкости, толщина пленки, плотность газовой среды, физические свойства жидкости) на мелкость распыла в центробежных форсунках отличается от характера воздействия этих же факторов на мелкость распыла в струйных форсунках [1].

Это связано с тем, что толщина пленки, создаваемой центробежной форсункой, убывает по мере удаления от соплового отверстия (пленка представляет собой полый конус) и др. [1].

Влияние вязкости в случае центробежных форсунок несколько слабее, чем при распыливании струйной форсункой [1].

В связи с различными данными о влиянии вязкости на мелкость распыла, возникла необходимость в исследовании форсунок с минимальным влиянием вязкости, к таким форсункам можно отнести раскрытые центробежные форсунки.

Данная работа посвящена экспериментальному исследованию центробежных форсунок при изменении у них степени раскрытия сопла. Цель работы исследовать центробежную форсунку с относительно большими размерами каналов, выявить влияние степени раскрытия сопла центробежной форсунки на ее характеристики (коэффициент расхода, угол факела, ожидаемый диаметр капель).

Для эксперимента нами была разработана и сделана центробежная форсунка.

Исследования проводились на центробежных форсунках с различными диаметрами сопел и с различными степенями раскрытия сопел. Размер камеры закручивания не изменялся.

Исследованы:

- 1) влияние размера сопла в диапазоне $d_c = 0,4 \mid 4,5$ мм; 2) влияние степени

раскрытия форсунки в диапазоне $C = 0,09 \dots 1$ (степень раскрытия сопла C ; d_c

Были получены следующие результаты при $P = 500000$ Па: $\sigma = \text{var}$).

d_c (мм)	G(г/с)	α°	$\alpha^\circ_{\text{ид}}$	А-геом. хар-ка	μ -коэф. расхода	μ -коэф. расхода (идеал)	C	$D_{\text{к ср}}$ (мкм)	δ , мм	δ/d_c
0,4	3,96	22	31	0,39	0,95	0,65	0,09	164,10	0,11	0,28
1,4	14,63	70	75	1,95	0,34	0,29	0,31	100,04	0,21	0,15
1,6	15,22	75	80	2,29	0,29	0,26	0,36	102,20	0,22	0,14
2	25,88	80	87	3,00	0,24	0,22	0,44	85,86	0,24	0,12
2,4	29,45	83	93	3,75	0,2	0,18	0,53	79,82	0,26	0,11
3,2	33,59	103	103	5,40	0,14	0,14	0,71	75,31	0,28	0,09
3,6	33,59	108	108	6,36	0,12	0,12	0,8	77,67	0,28	0,08
4,5	33,59	117	117	8,91	0,09	0,09	1	81,12	0,29	0,06

Из сравнения полученных в данной работе результатов и графиков можно сделать следующие выводы:

-Влияние вязкости на угол факела при увеличении степени раскрытия сопла форсунки уменьшается до 0 при $C \geq 0,71$;

-В связи с исчезновением влияния вязкости на α и μ можно ожидать отсутствия влияния вязкости на диаметр капель (на распыл);

-Из графика зависимости расхода воды от площади сечения сопла форсунки можно сказать что, до тех пор пока $F_{\text{вх}} * n * \mu_{\text{вх}} > F_c * \mu$ расход зависит от площади сопла, когда же $F_{\text{вх}} * n * \mu_{\text{вх}} < F_c * \mu$ на расход влияет суммарная площадь входных тангенциальных каналов, это и объясняет то, что при диаметрах сопла $d_c = 3,2; 3,6; 4,5$ мм $G = \text{const}$;

-Открытые центробежные форсунки позволяют получить достаточную мелкость распыла (малый диаметр капель), при больших сечениях канала ($d_c \geq 1$ мм), при этом уменьшается стоимость форсунки и повышается стабильность характеристик;

-Из полученного значения толщины пленки жидкости можно сказать, что центробежная форсунка с диаметром сопла 4,5 мм эквивалентна струйной форсунке с диаметром 0,3 мм, отсюда вывод, что струйную форсунку с таким соплом изготовить сложнее и дороже, и в эксплуатации она будет менее надежная, чем центробежная;

-При $C \geq 0,71$ абсолютный расход жидкости G зависит от диаметра сопла при постоянных остальных параметрах, при этом δ/d_c уменьшается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дитякин Ю. Ф., Клячко Л. А., Новиков Б. В., Ягодкин В. И. Распыливание жидкостей. М., «Машиностроение», 1977. 208 с.