

УДК 533.6.011.72

ЧИСЛЕННОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СКАЧКОВ УПЛОТНЕНИЯ В КАНАЛЕ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ

Аксенова Д. К., Урлапкин В. В., Угланов Д. А.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

В данной работе исследовалось сверхзвуковое течение газа в трубке Вентури. Движение газа в них осуществляется вследствие разности статических давлений на входе и выходе при подаче газа под повышенным давлением на вход или при создании разрежения на выходе.

В качестве верификации применимости данной методики к расчету рабочих процессов в канале, было проведено моделирование данного элемента в программном пакете ANSYS FLUENT. Была построена сеточная модель, заданы граничные условия расчета.

Расчет был произведен аналитически и с использованием программного пакета ANSYS FLUENT. При выполнении аналитического расчета проточная часть канала разбита на 6 сечений, после этого по известным зависимостям газовой динамики [1] рассчитаны параметры газа и определено место возникновения скачка уплотнения. Ниже представлены результаты расчета для 3 режимов:

- дозвуковой режим (таблица 1);

Таблица 1. Результаты расчета дозвукового режима.

	S , (мм ²)	T^* , (К)	p^* , (кПа)	p , (кПа)	$\pi(M)$	M	c , (м/с)	M^*	c^* , (м/с)	T , (К)	T^*/T
1	339,8	297	100,5	97,56	1,03	0,206	71,2	0,225	70	284,6	0,96
2	167,4	297	100,5	88,34	1,14	0,437	158	0,469	147,9	273,1	0,92
3	113,3	297	100,5	55,22	1,81	0,963	332,7	0,969	305,3	249	0,84
4	186,3	297	100,5	73,82	1,36	0,679	234,6	0,711	222,2	261,5	0,88
5	271,7	297	100,5	80,1	1,25	0,579	200	0,614	193,6	266,2	0,89
6	401,1	297	100,5	82,84	1,21	0,533	184,1	0,567	179,1	268	0,9

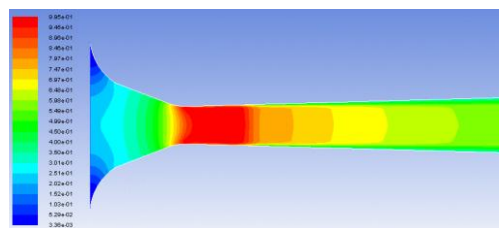


Рис. 1. Поле чисел Маха в канале

- сверхзвуковой режим (таблица 2, 3);

Таблица 2. Результаты расчета сверхзвукового режима 1

	S , (мм ²)	T^* , (К)	p^* , (кПа)	p , (кПа)	$\pi(M)$	M	c , (м/с)	M^*	c^* , (м/с)	T , (К)	T^*/T
1	339,8	297	100,5	97,56	1,03	0,209	71,16	0,229	71,7	294,6	1,008
2	167,4	297	100,5	88,34	1,14	0,437	150	0,486	150,8	286,1	1,04
3	113,3	297	100,5	53,21	1,89	0,999	345,1	1,112	345,1	148,6	0,199

Секция 5. Теория, конструкция, надежность, прочность и технология производства двигателей летательных аппаратов

4	186,3	297	100,5	29,67	3,39	1,445	499,1	1,61	499,6	234	1,289
5	271,7	297	84,37	44,78	1,88	0,995	313,9	0,794	288,1	247,9	1,198
6	401,1	297	84,37	48,7	1,73						

Таблица 3. Прямой скачок уплотнения в канале

	T^* , (К)	p^* , (кПа)	p , (кПа)	p^*/p , $\pi(M)$	M	c , (м/с)	M^*	c^* , (м/с)	T , (К)	T^*/T	S/S^*
x	297	100,5			2,45	569,9	1,81	578	134,7	2,2	2,513
y	297	52,59	43,83	1,2	0,518	174,3	0,553	174,4	281,8	1,054	

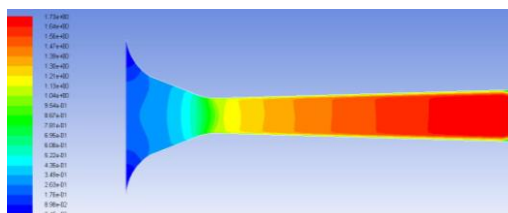


Рис.2. Поле чисел Маха в канале

- сверхзвуковой режим (таблица 4,5).

Таблица 4. Результаты расчета

	S , (мм ²)	T^* , (К)	p^* , (кПа)	p , (кПа)	$\pi(M)$	M	c , (м/с)	M^*	c^* , (м/с)	T , (К)	T^*/T
1	339,8	297	100,5	97,75	1,03	0,19	68,7	0,19	62,7	292,3	1,02
2	167,4	297	100,5	87,34	1,14	0,44	152,3	0,44	139,1	275,5	1,08
3	113,3	297	100,5	53,40	1,88	0,99	344,1	0,99	314,1	212,6	1,39
4	186,3	297	100,5	39,27	2,56	1,24	428,8	1,24	391,0	183,9	1,62
5	271,7	297	100,5	50,47	1,99	0,52	181,1	0,57	180,9	294,3	1,05
6	401,1	297	100,5	53,40	1,88	0,14	47,7	0,15	47,6	298,1	1,004

Таблица 5. Прямой скачок уплотнения в сопле

	T^* , (К)	p^* , (кПа)	p , (кПа)	$\pi(M)$	M	c , (м/с)	M^*	c^* , (м/с)	T , (К)	T^*/T	S/S^*
x	297	100,5	8,69	11,56	2,25	547,9	1,73	547,9	147,6	2,01	2,096
y	297	60,89	49,9	1,22	0,541	181,5	0,576	181,5	280,7	1,038	

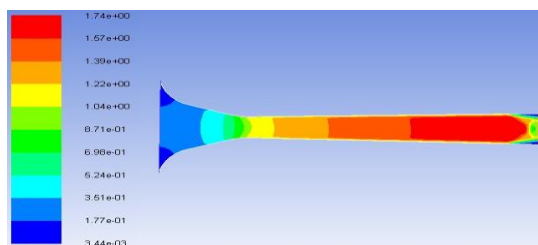


Рис.3. Поле чисел Маха в канале

Библиографический список

1. Сергель, О. С. Прикладная гидрогазодинамика [Текст] / О. С. Сергель – М.: Машиностроение, 1981. – 374 с.