

УДК 621.453

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО КОРМОВОГО ДИФFUЗОРА ВАКУУМНОЙ СИСТЕМЫ НА БЕЗОТРЫВНЫЙ РЕЖИМ ТЕЧЕНИЯ В СОПЛЕ ПРИ ВЫСОТНЫХ ИСПЫТАНИЯХ ЖРДМТ С ПОМОЩЬЮ «ANSYS CFX»

Ненашев Д. А., Павловский Д. А., Матвеев Д. А., Сулинов А. В.

ПАО «Кузнецов», г. Самара

В работе было произведено исследование влияния геометрии кормового диффузора вакуумной системы на безотрывный режим течения в сопле при высотных испытаниях ЖРДМТ, при $p_k = 0,68$ МПа; $\dot{m} = 28,3 \frac{г}{с}$; $P = 50$ Н; $I_y = 2400 \frac{М}{с}$ и $d_a = 61$ мм.

Имея экспериментальные данные, полученные в лаборатории с помощью программного пакета «ANSYS CFX», была получена модель эксперимента с некоторыми допущениями. В результате которых была получена зависимость отношения давлений в камере сгорания и в вакуумной камере (ВК2) при срыве работы диффузора от отношения площадей диффузора и минимального сечения сопла двигателя. Расчеты проводились для трех различных диффузоров с диаметрами 66, 81 и 96 мм. (Рисунок 1)

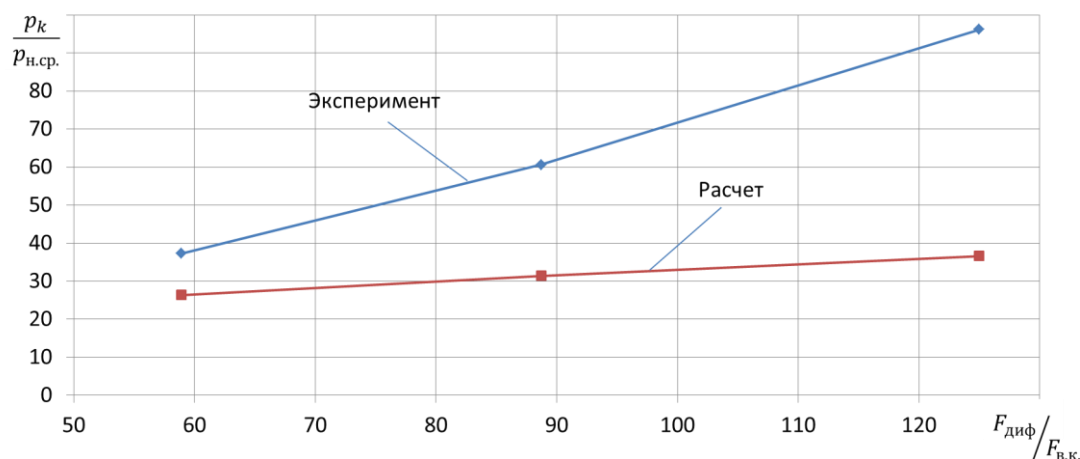


Рис. 1. Зависимость отношения давлений в камере сгорания и в вакуумной камере (ВК2) при срыве работы диффузора от отношения площадей диффузора и минимального сечения сопла двигателя.

Данная погрешность обусловлена идеализированной моделью, в которой воздух не выходил в кольцевое пространство между диаметрами сопла и диффузора. Поэтому чем больше площадь этого пространства, тем меньшая точность расчета.

Так же в работе было проанализирована зависимость расстояния скачка уплотнения до критического сечения от давления на выходе из кормового диффузора. Для диффузора стандартного диаметра был проведен ряд расчетов при различном давлении в вакуумной камере, в результате чего были найдены положения скачков уплотнения для каждого из расчетов. Данная зависимость представлена в виде графика на рисунке 2.

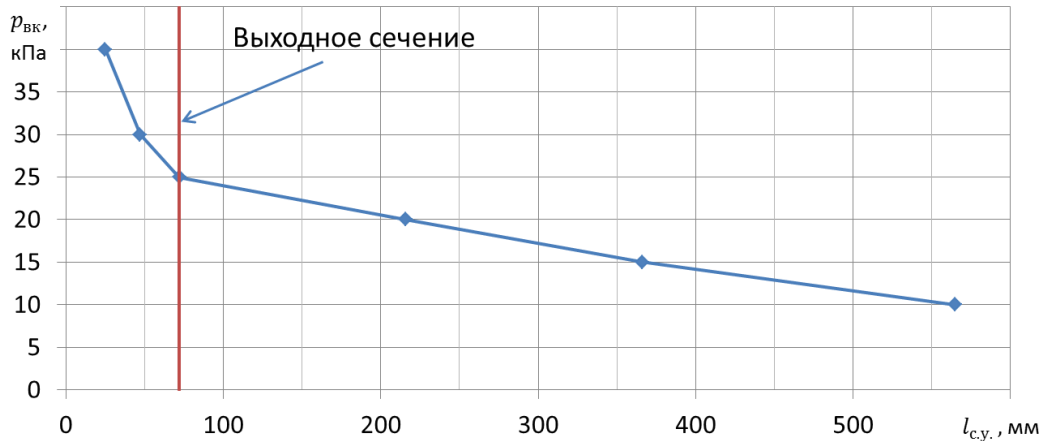


Рис. 2. Зависимость расстояния скачка уплотнения до критического сечения от давления на выходе из кормового диффузора

Здесь мы можем видеть, что максимальное давление в вакуумной камере, при которой будет работать установка для диаметра равного 66 мм – 25 кПа. При большем давлении скачек уплотнения будет уже в сопле, что приведет к его разрушению.

Последним объектом нашего исследования стало влияние длины кормового диффузора на положение прямого скачка уплотнения. Здесь мы, имея стандартный диаметр диффузора и давление в вакуумной камере, меняем его длину с 0,3 м до 2,0 м, после чего отслеживаем положение прямого скачка уплотнения. Результатом данных исследований является зависимость, представленная на рисунке 3.

Исходя из чего, можно сделать вывод, что при увеличении длины кормового диффузора, положение прямых скачков уплотнения смещается в сторону выходного сечения диффузора, что может позволить эксплуатацию установки при наиболее высоком давлении в окружающей среде.

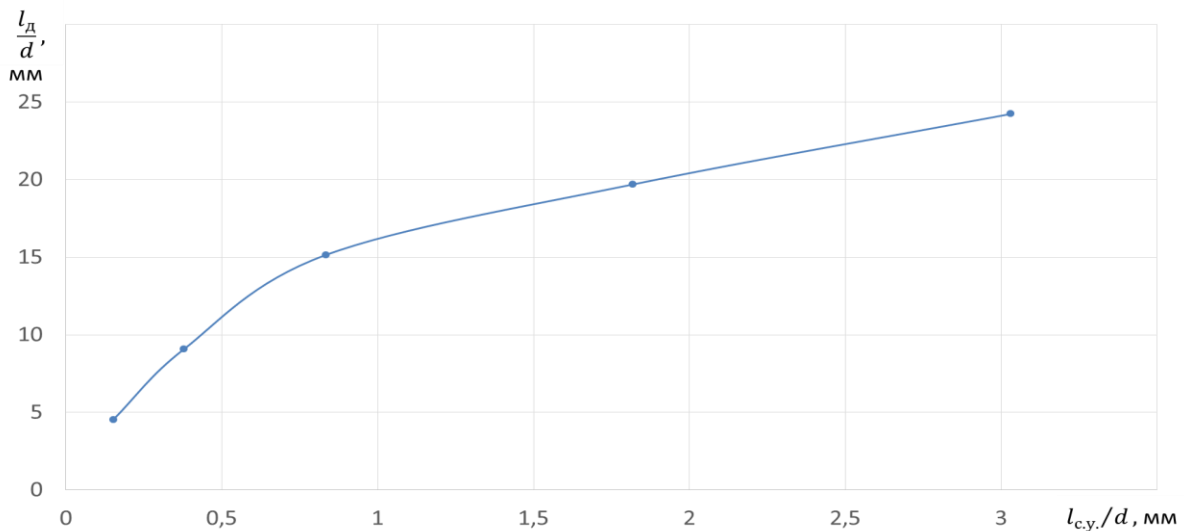


Рис. 3. Влияние длины кормового диффузора на положение прямого скачка уплотнения.

Опираясь на данные методики расчета, можно спроектировать наиболее технологичную установку для проведения высотных испытаний. Имея данные зависимости, мы можем подобрать оптимальный диаметр и длину цилиндрического кормового диффузора, а так же определить максимальное давление среды, которое позволяет иметь безотказную работу установки.