

УДК 621.515.001

Г.А. Громова (6 курс, каф. KBXT),
Ю.Б. Галеркин, д.т.н., проф, А.Ю. Прокофьев, асс.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ FLUENT ДЛЯ РАСЧЁТА ТЕЧЕНИЯ ГАЗА ВО ВСАСЫВАЮЩЕЙ КАМЕРЕ ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА

Кафедра компрессорной, вакуумной и холодильной техники СПбГТУ (кафедра KBXT) на протяжении многих десятилетий занимается исследованием самой разнообразной компрессорной техники, включая компрессоры динамического и объёмного действия, и достигла значительных результатов в этой области.

Развитие вычислительной техники сделало возможным применение совершенно новых методов проектирования компрессоров, использование которых ранее не представлялось возможным из-за значительной трудоёмкости расчётов. В последние годы при расчёте и проектировании центробежных компрессоров стали широко использоваться методы математического моделирования газовых течений. В отличие от экспериментального способа определения характеристик компрессора, предполагающего значительные финансовые затраты и затраты времени на изготовление модельной ступени, проведение эксперимента, многократной доработки, доводки компрессора для выявления оптимального варианта, метод математического моделирования требует значительно меньших затрат времени и денег. Безусловно, полностью отказаться от экспериментов нельзя, но сократить количество экспериментов возможно.

Есть ещё одно важное преимущество метода математического моделирования по сравнению с экспериментальным методом исследования течения потока. Математический расчёт течения позволяет определить любой параметр потока в любой точке. Эксперимент не позволяет получать таких подробных данных о структуре потока, так как число точек измерения при проведении эксперимента ограничено, кроме того, в некоторых областях проточной части установка измерительных приборов может быть значительно затруднена или вообще невозможна.

В настоящее время существует целый ряд программ, позволяющих решать задачи расчёта течения потока. Одной из таких программ является программа FLUENT. С помощью данной программы сотрудниками кафедры KBXT был проведен расчет течения потока во всасывающей камере газоперекачивающего агрегата. Расчётная модель проточной части всасывающей камеры представлена на рис.1. Очевидно, что характеристики входного устройства оказывают влияние на характеристики всего компрессора, поэтому желательно свести потери во всасывающей камере к минимуму. Сравнение рассчитанной и экспериментальной характеристики камеры позволит сделать вывод о возможности применения программы FLUENT при проектировании этого элемента проточной части компрессора.

Совершенство всасывающей камеры характеризуется коэффициентом потерь, рассчитываемым по формуле

$$\zeta = \Delta p^* / \left(\rho \frac{c^2}{2} \right)$$

где Δp^* – перепад полного давления между начальным и конечным сечениями; ρ – плотность газа в конечном сечении; c – скорость газа в конечном сечении.

Определённые по данным эксперимента значения коэффициента потерь и полученные с помощью программы FLUENT результаты сведены в таблицу 1 и представлены в графическом виде на рис.2.

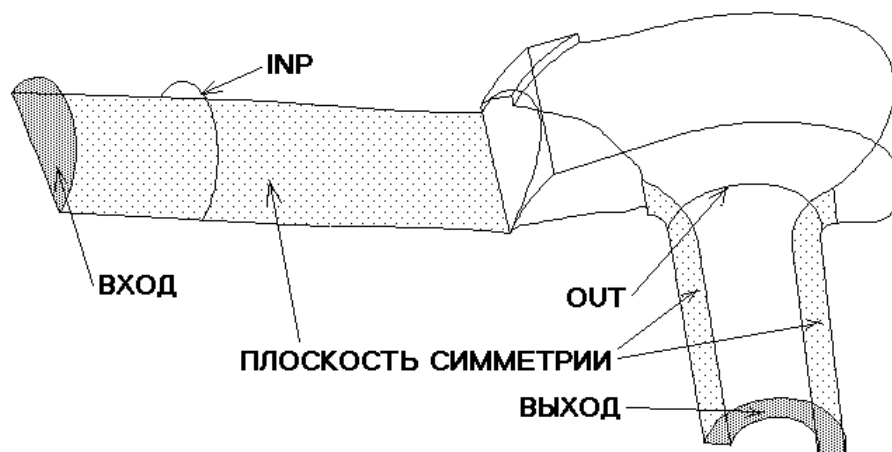


Рис.1. Расчётная модель всасывающей камеры

Так как камера имеет плоскость симметрии, область расчёта включает только половину проточной части. Это позволяет сократить время расчёта в два раза. На рисунке обозначено начальное сечение INP и конечное OUT, где при проведении эксперимента измерялось статическое давление на входе и выходе соответственно.

Таблица 1

Режим	1	2	3	4	5
М, кг/с	7.533	6.848	6.296	5.532	4.618
ζ - Эксп.	0.891	0.928	0.912	1.160	0.968
ζ - Расч.	1.089	1.112	1.109	1.121	1.118

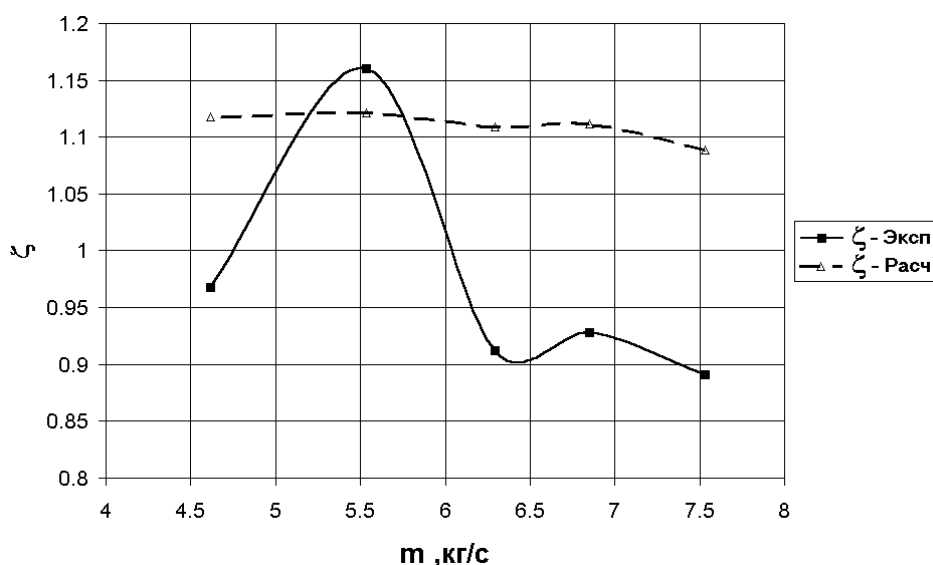


Рис.2. Экспериментальная и рассчитанная зависимость коэффициента потерь от расхода

Из рисунка видно, что среднее отклонение между расчетом и экспериментом составляет примерно 15%, причём расчёт завышает потери. Это неплохие результаты с учетом того, что результат расчета зависит от формы и размеров элементов расчетной сетки, и выбора модели течения. Исходя из накопленного опыта подобных расчётов, точность расчета можно повысить, если подобрать более подходящую модель течения, и оптимизировать расчётную сетку. Таким образом, целесообразность применения программы FLUENT при проектировании всасывающих камер турбокомпрессоров очевидна.