

В. Г. В ы с о т и н а (Москва, Россия). **Сравнение результатов численного моделирования дозвукового течения воздуха в осесимметричных каналах разной геометрии.**

В настоящее время для корпусов центробежных компрессоров используются две принципиально различные геометрические схемы, представленные, например, в конструкции компрессора [4] и в учебнике [5].

В [6] впервые опубликованы результаты численного моделирования методом Годунова [7] дозвукового течения воздуха в осесимметричном самопересекающемся канале без учета лопаток. Прототипом моделируемого канала являлся реальный канал, который используется в конструкции компрессора [4]. В процессе течения по такому каналу поток поворачивает на 540° .

В [3] предложен способ учета полых лопаток в расчетах течений в самопересекающихся каналах, и впервые показаны результаты моделирования структуры и параметров течения в осесимметричном канале, имеющем участок самопересечения с полыми лопатками, с учетом движения потока между лопатками и по каналам, расположенным внутри лопаток на участке пересечения. При неизменной толщине металла лопатки и постоянных значениях ширины прохода внутри лопаток и между лопатками.

В [2] для доказательства приемлемости предложенного способа учета полых лопаток были проведены дополнительные расчеты на разностных сетках с различным количеством ячеек для случаев с учетом и без учета полых лопаток на участке пересечения. В результате были получены качественно совпадающие устойчивые решения.

Постановка задачи, граничные условия, метод решения, параметры установления, геометрия канала, конфигурации и размеры разностной сетки, а также сравнение результатов численного моделирования дозвукового течения воздуха в осесимметричном самопересекающемся канале без учета лопаток и с учетом полых лопаток опубликованы в [1].

Из анализа полученных результатов следует, что качественно картина течения в самопересекающихся каналах сохраняется независимо от конфигурации разностной сетки и ее размера для данной геометрии канала. В результате расчетов на всех использованных разностных сетках получено устойчивое решение. В случае варианта без учета лопаток на пересекающемся участке получены течения с развитыми зонами отрыва во всем канале и на выходном участке канала около внутреннего обвода.

Полученные решения в случае варианта с учетом лопаток на пересекающемся участке качественно согласуются с вариантом без учета лопаток, однако во всех случаях учет лопаток привел к уменьшению или даже уничтожению зон отрыва в канале. Полученные с учетом лопаток распределения статического давления качественно согласуются с вариантом без учета лопаток. Градиенты изменения давления с учетом лопаток увеличиваются. Во всех случаях для выбранного варианта канала учет лопаток приводит к увеличению расхода через канал.

В работе представлено сравнение результатов моделирования дозвукового течения воздуха в осесимметричных каналах, прототипами которых являются: а) осесимметричный корпус пятиступенчатого воздушного центробежного компрессора фирмы Броун-Бовери ([5]), в котором поток воздуха в процессе течения поворачивает на 1620° ; б) осесимметричный самопересекающийся корпус пятиступенчатого воздушного центробежного компрессора (прототип двухступенчатого [4]), в котором поток воздуха в процессе течения поворачивает на 1710° .

Устойчивые решения получены для отношения давлений $P_{\text{вых}}/P_0 = 0,80$ ($P_0 = 104200,0$ Па) на разностных сетках 711×11 , 765×11 соответственно.

Сравнение результатов расчетов показало, что при прочих равных условиях:

1) распределение статического давления в канале а) обратно пропорционально изменению площади поперечного сечения канала. Распределение как статического

давления, так и других параметров воздуха по течению отличается большими положительными и отрицательными градиентами;

2) в канале б) изменение площади поперечного сечения канала качественно и количественно практически не отличается от изменения площади поперечного сечения канала а), причем распределение статического давления в канале б) более гладкое, не имеет больших градиентов и не повторяет кривую изменения площади поперечного сечения канала б).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Высотина В. Г.* Моделирование дозвукового течения воздуха в самопересекающемся канале. — Обзорение прикл. и промышл. матем., 2006, т. 13, в. 2, с. 210–215.
2. *Высотина В. Г.* Моделирование дозвукового течения воздуха в самопересекающемся канале. — Обзорение прикл. и промышл. матем., 2005, т. 12, в. 3, с. 715–716.
3. *Высотина В. Г.* Моделирование дозвукового течения воздуха в самопересекающемся канале. — Обзорение прикл. и промышл. матем., 2004, т. 11, в. 2, с. 315–316.
4. *Пономарев Б. А., Тихонов А. М., Шалашов Н. Д.* Компрессор и газотурбинный двигатель. Патент ЦИАМ № 2110700 (Приоритет 29.12.1989). Москва, 10.05.1998.
5. Центробежные компрессорные машины. / Под ред. Ф. М. Чистякова. М.: Машиностроение, 1969.
6. *Высотина В. Г.* Моделирование течения невязкого газа в осесимметричных каналах с поворотом потока на 180 и 540 градусов. — Математическое моделирование, 1996, т. 8, № 10, с. 25–34.
7. *Годунов С. К., Забродин А. В., Прокопов Г. П.* Разностная схема для двумерных нестационарных задач газовой динамики и расчет обтекания с отошедшей ударной волной. — Вычисл. матем. матем. физ., 1961, т. 1, № 3, с. 1020–1050.