

ОПТИМІЗАЦІЯ ВХІДНОГО РЕГУЛЮЮЧОГО АПАРАТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ FLOWVISION

*Юрко І.В., студент,
Бондаренко Г.А., професор, СумДУ, Суми*

OPTIMIZATION OF INLET GUIDE VANES BY USING PROGRAM FLOWVISION

*Yurko. I.V., student,
Bondarenko G.A., professor, SumSU, Sumy*

В связи с интенсивным развитием газовой промышленности и увеличением количества нагнетателей центробежного типа, наряду с улучшением качества и увеличением надежности, большое значение имеет вопрос повышения эффективности их работы в широком диапазоне режимов, которая может быть достигнута путём применения наиболее экономичного способа регулирования.

До последнего времени вопросам регулирования центробежных компрессорных установок уделялось недостаточное внимание, но актуальность данного вопроса возросла с увеличением цен на энергоносители.

В данной работе исследовался метод регулирования путём закрутки потока перед входом в рабочее колесо с помощью входного регулирующего аппарата с поворотными лопатками (ВРА), который является вторым по эффективности методом, после регулирования изменением частоты вращения ротора.

Прототипом послужила конструкция ВРА осевого типа с центральным телом, разработанная «ВНИИГАЗ» для нагнетателя природного газа типа 280-14-7АП. ВРА имеет 15 лопаток, каждая из которых состоит из неподвижного предкрылка стреловидного профиля и поворотного закрылка.

При помощи программы «SolidWorks 2009» была построена твердотельная модель проточной части ВРА с углами установки закрылка равными 0° , 15° , 30° и 45° .

Известно, что такие ВРА имеют недостаточную эффективность и узкий диапазон изменения режимов. Целью настоящего исследования была оптимизация геометрических характеристик лопаточного аппарата на основе результатов численного моделирования течения в аппарате с использованием современного программного комплекса FlowVision.

Для численного экспериментального исследования течения через ВРА была создана и апробирована методика расчёта в программном комплексе FlowVision.

При помощи программного комплекса FlowVision было осуществлено численное моделирование течения во входном регулирующем аппарате при разных углах поворота закрылка, в результате чего были получены интегральные значения газодинамических характеристик (статического давления p , полного давления p^* , плотности ρ , абсолютной скорости c) на входе и выходе ВРА. Для заданной массовой скорости в контрольных сечениях получены графики изменения радиальной c_x , расходной c_z , окружной c_u составляющей абсолютной скорости c , а также угол выхода потока по высоте лопатки, которые сохранялись в отдельном файле для дальнейшей обработки. Построены графики зависимости коэффициента местного сопротивления ζ от угла поворота закрылка θ ; получена эмпирическая формула для определения угла выхода потока α в зависимости от угла установки закрылка θ . Данная формула была подтверждена известными экспериментальными данными.

Исследовался анализ структуры потока за ВРА. Возможности программного комплекса FlowVision позволили детально изучить течение газа при помощи визуализации, увидеть зоны отрывных течений, а соответственно и наибольших гидравлических потерь. Было получено распределение полного давления на плоскости (в виде заливки) возле втулочной поверхности, на среднем радиусе, на периферии, а также на выходе. Результаты этой визуализации стали ключевыми для понимания и анализа явлений, возникающих в решетках лопаток.

На основании результатов численного моделирования течения в ВРА, была проведена оптимизация геометрических параметров лопаточного аппарата (угол установки предкрылка γ и длина предкрылка L_1).

На втором этапе настоящей работы были сформулированы принципы оптимизации геометрических параметров лопаточного аппарата (угол установки предкрылка γ и длина предкрылка L_1) и на основании результатов численного моделирования течения в ВРА предложены конкретные конструктивные мероприятия, которые позволили увеличить диапазон регулирования за счёт уменьшения гидравлических потерь.

Идея оптимизации угла установки предкрылка γ заключается в следующем: если заранее известно, что компрессор работает в диапазоне V_{\min} , V_{\max} с равной вероятностью (что практически всегда имеет место на практике), целесообразно угол установки предкрылка принять отличным от осевого направления ($\gamma > 0$). Это позволит уменьшить потери, повысив эффективность при максимальном угле поворота закрылков ($\theta = 45^\circ$) или увеличить глубину регулирования при той же эффективности (до $\theta \approx 52^\circ$). Но предварительный угол установки предкрылка должен быть таким, чтобы существенно не ухудшить характеристики ВРА при нулевом угле установки закрылка.

Проведенные исследования показали целесообразность такого приема при $\gamma = 7,5^\circ$.

Оптимальная величина длины предкрылка получена равной $L_1/H = 0,5$.