

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СМЕННЫХ ПРОТОЧНЫХ ЧАСТЕЙ ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА

Ситник Ю.Л., студент; Калинин Н.В., доцент;
Обухов А.А., магистр, (ОАО «Сумское НПО им. М. В. Фрунзе»)

Компрессоры большой мощности применяются в газодобывающей отрасли для дожатия природного газа до давления транспорта в магистральных трубопроводах. Одной из проблем данной отрасли является падение пластового давления, что приводит к нерасчетным режимам работы компрессора и падению значений коэффициента полезного действия (КПД). Для решения данной проблемы используют:

- установка дополнительного дожимающего компрессора;
- проектирование одновального компрессора с возможностью установки сменных проточных частей (СПЧ) на разные степени повышения давления;
- проектирование многовального компрессора с возможностью доустановки дополнительных ступеней сжатия.

Использование СПЧ позволяет обеспечить необходимое изменение параметров газоперекачивающих агрегатов (ГПА) на компрессорных станциях (КС) и одновременно существенно снизить затраты на их реконструкцию, так как СПЧ монтируют в существующий штатный корпус компрессора.

При проектировании одновальных СПЧ нужно обеспечить примерно одинаковые радиальные размеры основных узлов, чтобы можно было использовать корпус и крышки компрессора в дальнейшем. Увеличение необходимого отношения давлений требует увеличения количества ступеней. Это приводит к снижению массовой и объемной производительности компрессора, что требует применения более узких каналов проточной части. Очень узкие ступени становятся малоэффективными, так как увеличивается относительная доля потерь на трение и перетечки. Поэтому многоступенчатые СПЧ с узкими каналами рабочих колес и диффузоров имеют низкий КПД (менее 0,7).

Проектирование центробежных компрессоров на ведущих компрессорных предприятиях СНГ (ЗАО «НИИтурбокомпрессор им В.Б. Шнеппа», ОАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе») выполняется с использованием рядов унифицированных ступеней, для которых известны относительные размеры и безразмерные характеристики:

$$\psi = f(\hat{O}); \quad \eta = f(\hat{O})$$

где ψ - коэффициент напора; \hat{O} коэффициент расхода; η - КПД.

На этих предприятиях спроектировано большое количество СПЧ, при этом во многих случаях отношение давлений в СПЧ незначительно отличается от исходного значения \dot{I} .

При проектировании компрессоров со сменными проточными частями для широкого диапазона изменения отношений давлений (от 1,4 до 3) использование унифицированных ступеней не позволяет обеспечить высокую эффективность для всех СПЧ.

При решении задачи повышения эффективности СПЧ для компрессора с диапазоном изменения отношений давлений от 1,4 до 3 был выполнен ряд расчетных исследований:

- определены зависимости термодинамических параметров от отношения давлений;
- определены зависимости разности энтальпий, массовой и объемной производительности от отношения давлений;
- определено необходимое количество СПЧ.

Анализ результатов проведенных расчетных исследований позволил определить конструктивную схему компрессора для сжатия природного газа, допускающую создание СПЧ с высокими КПД для диапазона значений отношений давлений от 1,4 до 3. Для СПЧ с небольшим количеством ступеней (небольшие значения отношений давлений) нужно использовать двухпоточную схему.

Для определения необходимого количества СПЧ были использованы газодинамические характеристики СПЧ, представленные в относительном виде

$$\dot{I}_{i\delta} = f(V_{i\delta}); \quad \eta_{i\delta} = f(V_{i\delta}),$$

где $\dot{I}_{i\delta} = \frac{\dot{I}}{\dot{I}_{iii}}$ - приведенное значение отношения давлений; $\eta_{i\delta} = \frac{\eta}{\eta_{iii}}$ - приведенное значение политропного КПД; $V_{i\delta} = \frac{V}{V_{iii}}$ - приведенное значение объемного расхода на входе в компрессор. Здесь \dot{I}_{iii} , η_{iii} , V_{iii} - параметры на номинальном режиме работы.

В качестве исходной характеристики была принята характеристика компрессора для ГПА-Ц-16/76-1,44.

Для диапазона значений отношений давлений от 1,4 до 3 были построены характеристики СПЧ, которые закрывали всю область эксплуатации при условии использования каждой СПЧ в зоне экономичной работы, т.е. при условии снижения КПД не более чем на 10% от максимального значения.