

## ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ ВХОДНОГО И ВЫХОДНОГО УСТРОЙСТВ ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА МОЩНОСТЬЮ 16 МВт ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

С конца 2006- начала 2007 гг. Кировский завод приступил к реализации разработок нового типа компрессоров (нагнетателей) для транспортировки природного газа.

Серия новых нагнетателей будет иметь политропный КПД от 88 до 92 % в зависимости от варианта исполнения. В настоящее время российские компрессорные станции оснащены, в основном, центробежными нагнетателями, большая часть которых имеют КПД на уровне 82-83 %, и лишь несколько десятков машин имеют КПД до 85-86 %. На рынке оборудования для перекачки природного газа осевые нагнетатели нового поколения составят серьезную конкуренцию производителям центробежных компрессоров. Привлекательность разработки для компаний, занимающихся транспортировкой природного газа, обусловлена тем, что увеличение КПД даже на 1 % позволяет экономить на топливе порядка 0,8 млн. руб. в год в расчете на один газоперекачивающий агрегат мощностью 16 МВт.

Цель данной работы - наглядно продемонстрировать конструктивные решения, с помощью которых удалось увеличить КПД выходного и входного патрубков компрессора мощностью 16 МВт. С помощью современной программы CosmosFloWorks проводились пространственные газодинамические расчеты выходной улитки компрессора.

### 1. Исследование выходного патрубка.

Рассматривались два варианта исполнения улитки: с косой стенкой при наличии обтекателя и радиального поджатия и без косой стенки, когда нет обтекателя и радиального поджатия. Основным фактором при выборе того или иного варианта исполнения улитки служил минимальный уровень потерь полного давления от входа потока в диффузор до выходного сечения улитки.

В выходном сечении улитки, с помощью программы CosmosFloWorks, для обоих вариантов были найдены средние интегральные значения полного давления. Расчеты показали, что путем применения косой стенки вместе с обтекателем и радиальным поджатием, можно снизить потери полного давления на 18,7 кПа при входном давлении потока 76 атм. и, тем самым, увеличить КПД улитки на 0,4 %. В настоящее время на Кировском заводе разрабатываются дополнительные конструктивные варианты по увеличению КПД патрубков, например, установка лопаточных венцов, разделителей потока и т. п.

### 2. Исследования по улучшению входного патрубка компрессора.

В процессе профилирования улитки входного патрубка проводились вариантыные расчёты с целью снизить потери полного давления и осевую неравномерность скоростей на выходе из патрубка. Были рассмотрены три варианта оформления поджимающей перегородки входного патрубка:

А) С постоянной площадью по тангенциальному обводу улитки (поджимающая перегородка отсутствует).

Б) С выровненным полем статического давления по тангенциальному обводу улитки.

В) С целью сохранения равномерной скорости по тангенциальному обводу улитки.

Вариант «А» выполнен без поджатия, в варианте «Б» поджатие максимальное, в варианте «В» поджатие несколько меньше, чем в «Б». Расчёт проводился на программном пакете CosmosFloWorks. Для всех трёх вариантов по приближённому расчёту были оценены потери полного давления  $\Delta P^*$  и относительная осевая неравномерность потока

на выходе из конфузора по формуле:  $\Delta C_{oc} = \frac{C_{oc_{max}} - C_{oc_{min}}}{C_{oc_{cp}}} \cdot 100\%$ .

Из полученных данных следует, что лучшими вариантами по потерям полного давления являются варианты Б и В, из них же лучшим вариантом по неравномерности осевой скорости является вариант Б. Его профилирование и легло в основу создания входного патрубка осевого нагнетателя. Более точное исследование неравномерности потока на выходе из конфузора этого варианта без установки лопаток показало по предварительным расчётам следующее:

1. Относительная радиальная неравномерность осевых скоростей по высоте лопатки ВНА практически отсутствует.
2. Относительная окружная неравномерность осевых скоростей не превышает 14%.
3. Относительная окружная и радиальная по высоте лопатки ВНА неравномерность полных давлений не превышает 2%.

Вышеуказанные значения неравномерности потока вычислены по формуле:

$$\Delta = \frac{\chi_{max} - \chi_{min}}{\chi_{cp}} \cdot 100\%$$

где,  $\chi_{max}$  – значение параметра максимальное;  $\chi_{min}$  – значение параметра минимальное;  $\chi_{cp}$  – среднее значение параметра.

Полученные значения по неравномерности потока на выходе из конфузора не превышают экспериментальные значения для серийных компрессоров Кировского Завода.

Для дальнейшего улучшения характеристики патрубка в настоящий момент рассматривается вариант с разделительными лопатками на входе в улитку.

На данный момент сделана оценка потери полного давления от сечения патрубка за разделительными лопатками до выходного сечения конфузора, которая составила по приближённому расчёту  $\Delta P^* = 5,36$  кПа, что соответствует снижению КПД нагнетателя не более чем на 0,3 %. Потеря же в самих разделительных лопатках на данный момент устанавливается.

Таким образом, с помощью современных пакетов прикладных программ, предназначенных для расчета газовой динамики потока и при изменении конструкции рассматриваемого объекта, можно значительно повысить его экономичность.