

УДК 621.565 (075.4)

С.А.Крижановский (6 курс, каф. КВиХТ), А.М.Симонов, д.т.н., проф.

## ПРОФИЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСЕРАДИАЛЬНОГО РАБОЧЕГО КОЛЕСА ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА АВИАЦИОННОГО ТИПА

Осерадialное колесо является разновидностью центробежных компрессорных колес [1]. Отличие от традиционной радиальной лопаточной решетки представляет осевой вход потока в колесо. Средний диаметр входа потока на лопатки осерадиальных колес при прочих равных соотношениях ниже, чем у колес с радиальной решеткой. Взаимодействие потока с лопатками колеса начинается уже в осевом направлении. Этим вызваны газодинамические особенности осерадиального колеса, которое имеет преимущество при больших допустимых значениях  $Mu$  и  $\Phi$ . Прочностные показатели данных колес также отличаются в лучшую сторону. Полуоткрытые рабочие колеса дают допустимые значения окружных скоростей  $u_2 \cong 500 \dots 600$  м/с.

Применение находят осерадиальные колеса в компрессорах транспортного типа (авиационных, агрегатов наддува ДВС), также колеса холодильных и малоразмерных ГТУ. Применение в промышленности сдерживается высокой стоимостью изготовления. Обычно осерадиальные колеса изготавливаются фрезерованием (наиболее дорогостоящий вид производства), также допустимы сварка, литье, пайка. Совершенствование методов проектирования и технологии производства позволит ускорить внедрение колес и в компрессоры общепромышленного назначения.

Повышение газодинамической эффективности осерадиальных рабочих колес достигается совершенствованием метода профилирования, что и является задачей данной работы.

Исследуются осерадиальные рабочие колеса на параметры ступени:

$$П = 4,5; Mu = 1,4.$$

Назначение исследуемого колеса — наддув ДВС, авиационные пусковые ГТД. В сечениях 1-1 и 2-2 (на входе и выходе колеса) параметры потока определены методом оптимизации газодинамических расчетов ступени.

Задачей профилирования является достижение максимальной эффективности рабочего колеса при заданных исходных параметрах в сечениях 1-1 и 2-2. Принятым методом профилирования является обеспечение газодинамически рационального распределения скоростей потока в колесе, дающего минимум потерь на расчетном режиме.

Принятый нами подход к профилированию сравнивается с существующим в практике проектирования осерадиальных колес (авиационных). В частности с методом, основанным на задании закона изменения момента количества движения, сообщаемого газу решеткой колеса. На практике применяется линейный закон приращения теоретического напора между сечениями 1-1 и 2-2.

$$Cu_i \cdot u_i - Cu_1 \cdot u_1 = const$$

Профилирование базируется на возможности изготовления лопаточной решетки фрезерованием с помощью обычного оборудования (поворотный стол и поворотная фрезерная головка). Фрезерование цилиндрической фрезой дает линейчатую поверхность лопатки.

Формирование средней поверхности лопатки осуществляется по заданному закону изменения угла лопатки  $\beta_{ли}$  на средней осесимметричной поверхности тока при принятом

условии перпендикулярности линейной образующей этой поверхности.

Задача профилирования разбивается на этапы: профилирование меридионального контура и профилирование лопаточной решетки.

Меридиональные контуры колес двух сравниваемых способов профилирования приняты одинаковыми. При заданных размерах в сечениях 1-1 и 2-2 для построения меридионального контура определяются значения относительной протяженности колеса, относительной протяженности входного направляющего аппарата и форма меридиональных обводов колеса.

Исходный вариант колеса профилируют на основе оптимального распределения скоростей невязкого потока. При этом контролируются:

ограничение пика относительной скорости на входе на задней поверхности лопатки;

диффузорность и средняя нагрузка вращающегося направляющего аппарата;

уровень наибольшей относительной скорости на задней поверхности лопаток на выходе колеса;

распределение нагрузки в осевой и радиальной частях колеса.

Эффективность вариантов сравнивается по качественным и количественным критериям. Качественно — на основе рассмотрения распределения скоростей невязкого потока. Количественно — на основе модели потерь в проточной части рабочего колеса.

Проведено исследование влияния на эффективность рабочих колес следующих параметров:

коэффициента расхода  $\phi_p$  в диапазоне  $\phi_p = 0,085 \dots 0,06$ ;

коэффициента напора  $\psi_T$  при значениях  $\psi_T = 0,9$  ( $\beta_{л2} = 90^\circ$ ) и  $\psi_T = 0,5 \dots 0,75$  ( $\beta_{л2} < 90^\circ$ );

характера распределения нагрузки;

уровня чисел  $Mu$ ;

числа лопаток;

относительной осевой протяженности проточной части колеса;

диффузорности потока в колесе  $w_1/w_2 = 1.0 \dots 2.0$ .

Выявлены области лопаточных решеток с неблагоприятным распределением геометрических параметров, в частности с нетехнологическими законами распределения углов лопаток  $\beta_{ли}$  на периферийной поверхности рабочих колес. Даны рекомендации на устранение этих недостатков.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Селезнев К.П., Галеркин Ю. Б. Центробежные компрессоры. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1982. 271 с.