

Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:

<https://stuservis.ru/referat/114527>

**Тип работы:** Реферат

**Предмет:** Машиностроение

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. ТУРБОМАШИНОСТРОЕНИЕ 5

2. МЕРИДИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ТУРБОМАШИНЫ 9

3. ОСОБЕННОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОТОЧНЫХ ЧАСТЕЙ ГАЗОВЫХ ТУРБИН СО СКОЛЬЖЕНИЕМ РОТОРОВ 16

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 18

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 20

Рисунок 1 - Пространственные треугольники скоростей в сечениях 1-1 и 2-2 турбинной ступени

Уравнения неразрывности:

$$G = \rho_1 c_{1} \cos \gamma_{c1} \sin \alpha_1 F_1$$

$$G = \rho_2 c_{2} \cos \gamma_{c2} \sin \alpha_2 F_2$$

где  $G$  - массовый расход,  $\rho_1, \rho_2$  - плотности,  $c_1, c_2$  - скорости,  $\gamma_{c1}, \gamma_{c2}, \alpha_1, \alpha_2$  - углы потока,  $F_1, F_2$  - аксиальные площади в сечениях 1-1 и 2-2.

Уравнения энергии:

$$h_0^* = h_1^*$$

$$h_1^* = h_2^* + H_u$$

где  $h_0^*, h_1^*$ , и  $h_2^*$  - энтальпии торможения газа в сечениях 0-0, 1-1, и 2-2;

$H_u$  - удельная мощность, определяемая по формуле Эйлера:

$$H_u = c_1 \cos \gamma_{c1} \cos \alpha_1 U_1 - c_2 \cos \gamma_{c2} \cos \alpha_2 U_2$$

где  $U_1, U_2$  - переносные скорости в сечениях 1-1 и 2-2

Уравнения процесса:

$$p_1^* = p_0^* + x_1$$

$$p_2^* = p_1^* x_2 \left( \frac{h_2^*}{h_1^*} \right)^k / (k-1)$$

где  $p_1^*, p_2^*$  - давления торможения,  $x_1, x_2$  - коэффициенты неизоэнтропийности,  $k$  - показатель изоэнтропы расширения газа.

В систему уравнений входит 21 основная величина:  $G, c_1, \gamma_{c1}, \alpha_1, F_1, c_2, \gamma_{c2}, \alpha_2, F_2, H_u, U_1, U_2, h_0^*, h_1^*, h_2^*, p_0^*, p_1^*, p_2^*, x_1, x_2, k$ . Плотности  $\rho_1$  и  $\rho_2$  определяются через основные величины с помощью дополнительных уравнений. Для проектировочного расчета турбинной ступени

$G, p_0^*, h_0^*, \gamma_{c1}, \gamma_{c2}, x_1, x_2$  и  $k$  обычно полагаются известными. Остаются 13 неизвестных на 7 уравнений, поэтому система имеет для каждого конкретного случая бесчисленное множество решений.

Традиционные методики проектировочного газодинамического расчета ступени осевой тепловой турбины в своей основе содержат разработки, выполненные еще А.Стодолой [1]. Теперь обычно для расчета ступени в группе задают располагаемый изоэнтропийный перепад энтальпий  $H_0$ , термодинамическую степень реактивности  $\rho_T$ , средние диаметры  $d_1, d_2$  и высоты  $l_1, l_2$  лопаточных венцов. С помощью 6 дополнительно заданных величин система уравнений становится замкнутой и задача проектировочного газодинамического расчёта ступени турбины в «твёрдых», то есть известных, меридианных обводах проточной части приобретает решение.

Сразу есть смысл отметить, что для традиционных методик начальный этап проектирования многоступенчатой турбины не формализован в силу отсутствия аналитического решения задачи и поэтому проводится в «ручном» режиме. Приходится ориентировочно выбрать количество ступеней, распределить общий располагаемый перепад энтальпий на турбину между ступенями, а затем плавными кривыми наметить меридианные обводы проточной части, вычислив приближённо диаметры и высоты лопаток первой и последней ступеней. А далее стандартный проектировочный газодинамический расчёт турбины ведётся в далёких от совершенства и обычно требующих последующей коррекции «твёрдых» меридианных

обводах проточной части.

Наиболее существенный недостаток традиционных методик заключается в том, что эти методики разработаны для ручного счета и поэтому неудобны для использования в компьютерном счете при поиске оптимального варианта проточной части турбины. Задаваемые произвольно для каждой ступени перепады энтальпий  $H_0$  и степени реактивности не являются независимыми переменными. Поэтому для традиционных методик затруднено применение методов нелинейной компьютерной оптимизации. Следующий недостаток традиционных методик -неудобство, которое испытывает проектировщик при решении задач моделирования и унификации лопаточных венцов вновь проектируемых турбин с действующими. Как известно, конфигурация направляющих и рабочих лопаток тесно связана с углами  $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$  потока. Для строгого кинематического моделирования, которое дает возможность использовать модельные и унифицированные ступени, в натуре и в модели следует обеспечить равенство углов потока  $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$  и отношения  $U_1 / U_2$ . В этом случае, очевидно, треугольники скоростей в натурной и модельной ступенях будут подобными. Добиться совпадения всех указанных величин для натурной и модельной ступеней при использовании традиционных методик довольно сложно. Поэтому в некоторых из них ограничиваются лишь равенством углов потока  $\alpha_1, \beta_2$  и отношения  $U_1 / U_2$  для натурной и модели, допуская несовпадение лопаточных и поточных углов  $\alpha_0$ ,  $\alpha_2, \beta_1$  и  $\beta_2$  что приводит к появлению углов атаки и дополнительных потерь кинетической энергии при обтекании направляющих и рабочих лопаток, и, в конечном счете, к снижению КПД турбинной ступени.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кириллов, И.И. Теория турбомашин [Текст]: монография / И.И.Кириллов. -Л.1972. -536 с.
2. Лапшин К.Л. Развитие одномерной теории осевых тепловых турбин[Текст]: статья / К.Л.Лапшин; - Совершенствование энергетических машин. Сборник научных трудов под редакцией В.И.Попкова и В.В.Рогалева.-Брянск, Изд.-воБГТУ.2017.-С. 67-73.
3. Лапшин, К.Л. Компьютерная оптимизация паровых и газовых турбин[Текст]: монография[Электронный ресурс] / К.Л.Лапшин. -СПб.СПбПУ.-2018. -200с. URL:<http://elib.spbstu.ru/dl/2/s18-1.pdf>
4. Лапшин К.Л. О моделировании и оптимизации проточных частей тепловых турбин [Текст]: статья / К.Л.Лапшин; -Теплоэнергетика.1983.№ 12. -С.34-37.
5. Лапшин К.Л. О приближённом моделировании проточных частей осевых компрессоров [Текст]: статья / К.Л.Лапшин;-Л. Энергомашиностроение.1984. №3-С.24-27.
6. Лапшин, К.Л. Дополнительная мощность турбины за счёт применения диффузора за последней ступенью [Текст]: статья / К.Л.Лапшин; -СПб.Научно-технические ведомости СПбГПУ, Т.2, раздел «Энергетика». 2012.- С.45-48.

*Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:*

<https://stuservis.ru/referat/114527>