

**А. В. Б о б к о в, Е. О. Ц в е т к о в** (Комсомольск-на-Амуре, ГОУВПО «КнАГТУ»). **Моделирование энергетических параметров лопаточной гидромашины с помощью коэффициентов масштабирования геометрии ее проточной полости.**

Рост потребности в автономных энергосистемах малой мощности делает актуальным процесс миниатюризации вновь разрабатываемого энергетического оборудования. Проектирование малоразмерной лопаточной гидромашины можно рассматривать как миниатюризацию исходного полноразмерного варианта, обладающего оптимальными проточными формами. Если заданы коэффициенты масштабирования геометрии, то на первом этапе проектирования с их помощью целесообразно провести оценку изменения энергетических параметров.

В качестве иллюстрации рассмотрим возможность оценки изменения расхода рабочего тела через гидромашину. Введем коэффициенты масштабирования геометрии проточной полости  $\lambda_R$  и  $\lambda_b$ , а также коэффициент масштабирования угловой частоты вращения ротора  $\lambda_\omega$ . Коэффициент  $\lambda_R$  будет регламентировать пропорциональность изменения всех сходственных линейных размеров проточной полости в радиально-окружной плоскости:

$$\lambda_R = \frac{R_1^M}{R_1^П} = \frac{R_2^M}{R_2^П} = \frac{R_{упл}^M}{R_{упл}^П} = \dots = \frac{L_R^M}{L_R^П} = \text{const},$$

где  $L_R^M, L_R^П$  — любые сходственные линейные размеры в радиально-окружной плоскости, верхний индекс «П» указывает на полноразмерную гидромашину, а индекс «М» относится к ее малоразмерному варианту.

Коэффициент масштабирования  $\lambda_b$  будет характеризовать пропорциональность изменения всех сходственных линейных размеров машины в меридиональной плоскости:

$$\lambda_b = \frac{b_1^M}{b_1^П} = \frac{b_2^M}{b_2^П} = \frac{L_{уб}^M}{L_{уб}^П} = \dots = \frac{L_b^M}{L_b^П} = \text{const},$$

где  $L_b^M, L_b^П$  — любые сходственные линейные размеры сравниваемых машин в меридиональной плоскости.

Соблюдение полного геометрического подобия конструкций требует, чтобы отношение всех сходственных линейных размеров проточных частей полноразмерной и малоразмерной машин были одинаковыми,  $\lambda_R = \lambda_b$ .

Отношение меридиональных составляющих абсолютной скорости на выходе рабочего колеса малоразмерного и полноразмерного вариантов машины с учетом кинематического подобия будет отвечать условию  $c_{2m}^M/c_{2m}^П = \lambda_R \lambda_\omega$ , где  $\lambda_\omega$  — коэффициент масштабирования угловой частоты  $\omega$  вращения ротора, равный  $\bar{\omega}^M/\bar{\omega}^П$ .

Воспользуемся формулой из [1]:

$$\frac{c_{2m}^M}{c_{2m}^П} = \frac{\dot{V}^M R_2^П b_2^П}{\dot{V}^П R_2^M b_2^M}.$$

Здесь  $\dot{V}$  — расход рабочего тела через гидромашину,  $R_2$  и  $b_2$  — соответственно радиус и ширина каналов на выходе рабочего колеса гидромашины. Применив коэффициенты масштабирования для правой части выражения, получим  $c_{2m}^M/c_{2m}^П = \dot{V}^M/(\dot{V}^П \lambda_R \lambda_b)$ . Заменим отношение скоростей  $c_{2m}^M/c_{2m}^П$  на произведение коэффициентов масштабирования  $\lambda_R$  и  $\lambda_\omega$ , вытекающее из анализа треугольников скоростей потока. Получим следующее уравнение связи:  $\dot{V}^M/\dot{V}^П = \lambda_R^2 \lambda_b \lambda_\omega$ . Оно позволяет оценить изменение расхода рабочего тела  $\dot{V}^M$  через гидромашину при заданных коэффициентах масштабирования геометрии машины и угловой частоты вращения ротора. По такой же схеме на основе значений коэффициентов масштабирования

можно выполнить оценку изменения напора и потерь энергии при миниатюризации лопаточной гидромашины.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бобков А. В.* Центробежные насосы систем терморегулирования космических аппаратов. Владивосток: Дальнаука, 2003, 217 с.