

УДК 621.438 + 514 18

## ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОМЕТРИИ

© Тандалов К.Д., Максимов А.Р., Калабухов Д.С.

Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация

e-mail: tkd186@mail.ru

Целью данной работы является демонстрация возможности параметрической оптимизации конкретного технического объекта не только при помощи аналитического метода, но и при помощи графических методов инженерной геометрии [1].

В качестве примера технического объекта использовался сопловой аппарат (СА) турбины сверхмалой мощности. Задача состояла в максимизации значения КПД и минимизации объема рабочего тела в зависимости от трех его основных параметров: относительной высоты лопатки СА ( $h_{CA}/D_{cp1} = 0,01...0,08$ ), эффективного угла выхода СА ( $\alpha_{1эф} = \arcsin[(a_k + \delta_{kp})/t_{CA}] = 5...25^\circ$ ), удлинения СА ( $s_{ca}/h_{ca} = 3...6$ ), обозначенных за  $x_1, x_2, x_3$  соответственно (рис. 1).

С использованием математической модели КПД и массы [2] сначала была проведена однокритериальная оптимизация этих параметров для получения экстремумов КПД и объема. Далее были заданы допустимые значения КПД и объема, в которых каждое из решений находится в пределах допустимых отклонений параметров от своих оптимальных значений.

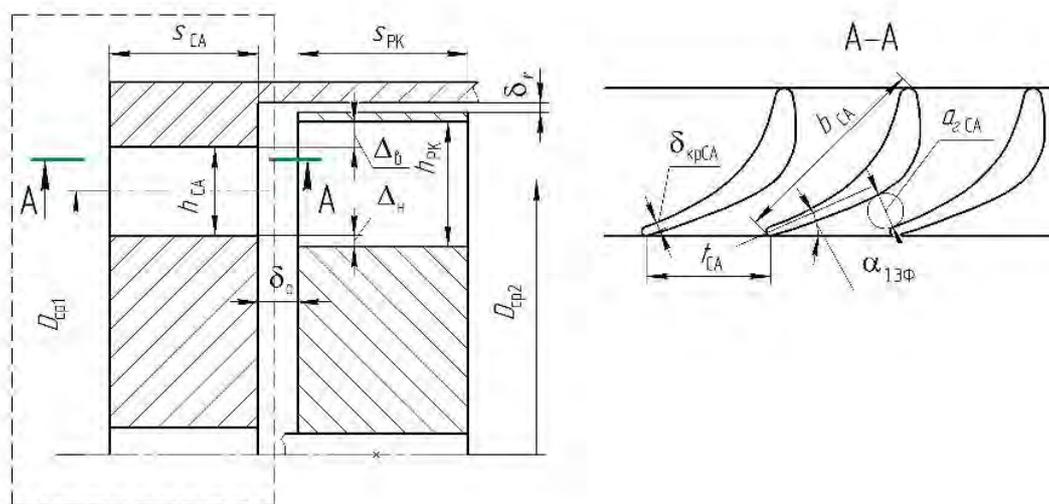


Рисунок 1 – Схема проточной части соплового аппарата турбины

Далее была проведена двухкритериальная оптимизация с использованием графического отображения трехмерных зависимостей от нормализованных параметров СА, первая из которых отображает зависимость КПД турбины и объема от  $x_1, x_3$  при фиксированном значении  $x_2$ , а вторая – от  $x_1, x_2$  при фиксированном значении  $x_3$ . По этим зависимостям был построен чертеж Радищева (рис. 2), по которому были определены допустимые величины параметров, входящие в возможные диапазоны

значений, лежащих в пересечении областей, ограниченных проекциями поверхностей зависимостей КПД турбины и объема от параметров. Полученное значение КПД составило  $\eta = 0,723$ , которое входит в изначально заданный допустимый промежуток с отклонением 6 % от максимального значения. Значение объема составило  $V = 121,508 \text{ мм}^3$ , которое также вошло в допустимую область значений, найденную аналитически.

Таким образом, на примере турбины сверхмалой мощности можно графически оптимизировать любые другие агрегаты. Построение многомерных моделей и их проекций на плоскость позволяет визуализировать процесс определения оптимальных значений параметров, а также предоставляет возможность выбора других точек из их допустимого диапазона, что делает данный способ одним из эффективных методов для оптимизации технических объектов.

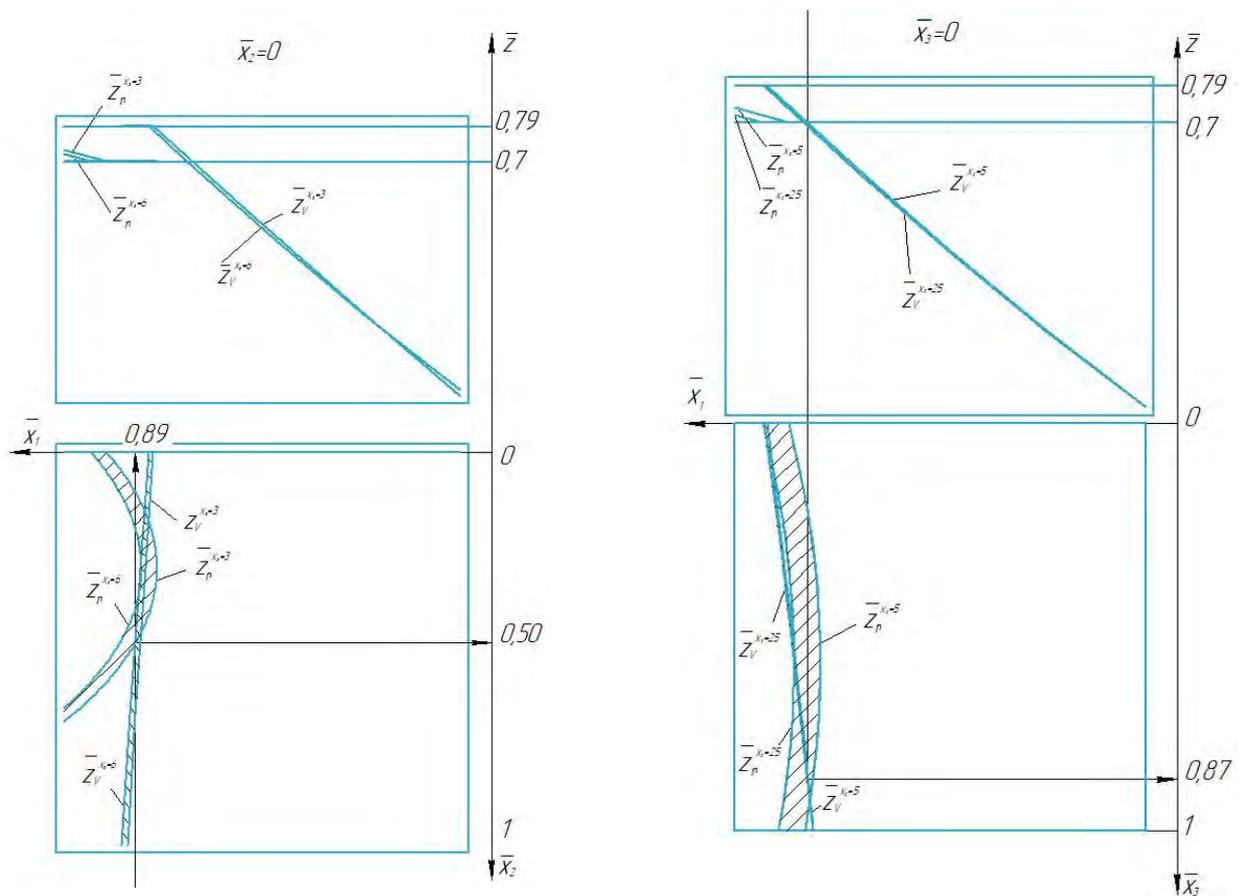


Рисунок 2 – Чертеж Радицева (разнесенный)

### Библиографический список

1. Филиппов П.В. Начертательная геометрия многомерного пространства и ее приложения. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1979, 280 с. Ил.: 200, табл.: 3, библиогр.: 111 назв.
2. Григорьев В.А., Калабухов Д.С., Радько В.М. Формирование математических моделей объема и массы одноступенчатых центробежных турбин сверхмалой мощности. Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет), 2012.