

АЛГОРИТМ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ОСНОВНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС ТУРБИНЫ С УЧЕТОМ ПРОЧНОСТНЫХ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ДРУГИХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Батурин О.В., Шаблий Л.С.

Самарский государственный аэрокосмический университет

SEARCH ALGORITHM OF THE MAIN VARIABLES OPTIMAL VALUES, DETERMINING THE TURBINE WORKFLOW WITH AN ALLOWANCE FOR STRENGTH, TECHNOLOGICAL AND OTHER CONSTRAINTS

Baturin O.V., Shabliy L.S. The paper describes an algorithm allowing to find quickly and intuitively the combination of the main variables that determine the turbine workflows, allowing to achieve high efficiency values with an allowance for the structural, strength and other restrictions.

Рабочий процесс и геометрия турбины любого типа полностью определяется пятью независимыми переменными: первая из них определяет окружную скорость u , вторая – распределение работ расширения между рабочим колесом (РК) и сопловым аппаратом (СА), третья определяет высоту лопатки на входе в РК, четвертая – высоту лопатки на выходе РК, пятая – взаимное расположение входного и выходного сечений. В качестве данных переменных могут привлекаться различные размерные и безразмерные параметры. В отечественной практике проектирования радиальных турбин наиболее часто применяются следующее сочетание переменных: параметр нагруженности $Y_m = u_1/c_s$, степень реактивности ρ_{cm} , угол потока на входе в РК в абсолютном движении α_1 и в относительном движении на выходе из него β_2 , относительный диаметр выходного сечения $\mu = D_2/D_1$. Все остальные переменные необходимые для проекторочного расчета турбины, включая коэффициенты скорости в СА и РК φ_{ca} и $\psi_{рк}$, прямо или косвенно зависят от упомянутых выше пяти независимых переменных.

Задача инженера на первом этапе проектирования турбины состоит в рациональном выборе сочетания пяти основных независимых переменных, определяющих рабочий процесс турбины, которое позволит получить требуемую мощность при ее высоком КПД. При этом турбина должна удовлетворять всем конструкционным, прочностным, технологическим и другим ограничениям. Поэтому процесс поиска их рационального сочетания является чрезвычайно важным и нетривиальным. Он ослож-

няется большим числом переменных и их взаимной зависимостью.

Для упрощения и повышения качества выбора переменных, а также отсека неведомо «непроходных» по разным критериям вариантов был разработан алгоритм позволяющий найти рациональное, с точки зрения достижения максимального КПД при существующих технологических и прочностных ограничениях, сочетание основных параметров рабочего процесса турбины.

На первом этапе выбираются значения всех переменных кроме степени реактивности и параметра нагруженности из рекомендованных диапазонов. Затем выбирается диапазон изменения степени реактивности ρ_{cm} и параметра нагруженности $Y_m = u_1/c_s$. В каждом диапазоне выбирается по m и n степени реактивности и параметра нагруженности переменной соответственно. Определяются значения КПД η_u при данном сочетании основных переменных, а также остальные геометрические и кинематические параметры турбины. Аналогичная серия расчетов проводится для оставшихся $m-1$ значений степени реактивности ρ_{cm} . На основании полученных данных строится диаграмма $\eta_u = f(\rho_{cm}, u_1/c_s)$. Вид зависимости, полученный для турбины регистровой системы наддува дизеля Д21-26ДГ, при использовании исходных данных упомянутых выше, приведен на рис. 1. Данная диаграмма была построена с помощью специально написанной инженером каф. ТДЛА СГАУ Шаблием Л.С. подпрограммы.

Как видно из рис. 1, линии постоянства КПД $\eta_u = const.$ на диаграмме образуют концентрические замкнутые фигуры, близкие к овальной формы, четко указывая на область высокой эффективности.

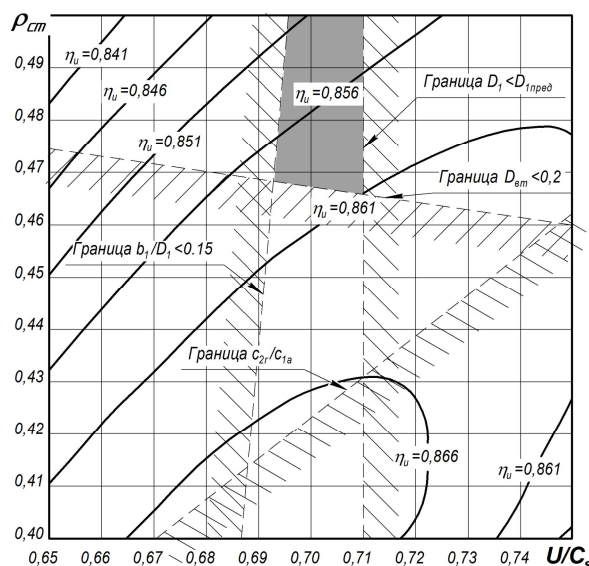


Рис. 1. Зависимость $\eta_u=f(\rho_{cm}; u_1/c_s)$, полученная для турбины для регистровой системы наддува дизеля Д21-26ДГ

На диаграмме наносятся линии ограничивающие области, существование турбин в которых невозможно по прочностным, технологическим и другим соотношениям.

Указанные ограничения практически однозначно определяют значения степени реактивности и параметра нагруженности, позволяющие получить высокий КПД при существующих ограничениях (рис. 1).

Например, из рис. 1 видно, что оптимальная, с точки зрения достижения максимального значения КПД, при имеющихся ограничениях значение параметра нагруженности, находится в интервале $0,695...0,71$, а значение степени реактивности превышает $0,47$. При этом видно, что КПД турбины из-за существующих ограничений не может быть выше, чем $0,861$

УДК 621.452

ОПЫТ ТЕСТОВОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА CFTurbo НА КАФЕДРЕ ТЕОРИИ ДВИГАТЕЛЕЙ СГАУ

Батулин О.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет

EXPERIENCE IN TEST OPERATION OF SOFTWARE SYSTEM CFTurbo AT THE ENGINE THEORY DEPARTMENT OF SSAU

Baturin O.V. The paper describes the results of the test operation of turbomachinery design program CFTurbo at the chair of theory of engine for flying vehicle of SSAU. The strengths and weaknesses of the program identified in the course of solving the test problems are described in detail.

Относительно недавно на российском рынке появилась программа *CFTurbo* предназначенная для проведения проектного расчета турбомашин. Программа позволяет проектировать лопаточные машины с нуля, отталкиваясь от основных исходных данных, таких как расход рабочего тела, степень сжатия, частота вращения и т.п. В *CFTurbo* производится газодинамический расчет рабочего колеса турбомашин по линиям тока, на основании которого осуществляется его профилирование в меридиональной плоскости и

в контрольных сечениях лопатки. Проектирование может проводиться в автоматическом режиме (уже после ввода основных исходных данных, программа предлагает некий вариант турбомашин, с наилучшим по ее мнению сочетанием параметров), либо в интерактивном с участием пользователя. Расчет проводится с помощью одно и двухмерных расчетных методик. Конечными результатами работы в *CFTurbo* являются:

— 3D модель рабочего колеса, которая может быть в дальнейшем использована для