

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТИ ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТА РАСХОДА И КОЭФФИЦИЕНТА НАГРУЗКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОГРАНИЧЕНИЙ НА ДИАГРАММЕ СМИТА

Симонов Н.Н., Батулин О.В.

Самарский национальный исследовательский университет,

г. Самара, simnik163@yandex.ru

Ключевые слова: диаграмма Смита, коэффициент расхода, коэффициент нагрузки, коэффициент реактивности, лопаточные машины, область допустимых значений, проектирование турбомашин.

Современное проектирование лопаточных машин авиационных двигателей требует существенного сокращения временных и вычислительных затрат на ранних стадиях разработки. Одним из путей решения этой задачи является внедрение методов параметрического анализа, позволяющего заранее определить область допустимых значений безразмерных параметров – коэффициента расхода и коэффициента нагрузки.

В данной работе предложен подход к определению области допустимых значений коэффициентов, определяющих рабочий процесс в осевой турбине с использованием диаграммы Смита. В качестве входных ограничений используются линии постоянства углов на входе и выходе из рабочего колеса (α_1 , α_2 , β_1 , β_2), диапазоны углов ($\alpha_1=15^\circ \dots 40^\circ$, $\alpha_2=60^\circ \dots 110^\circ$, $\beta_1=40^\circ \dots 120^\circ$, $\beta_2=15^\circ \dots 40^\circ$), а также коэффициент реактивности ступени (R). С использованием тригонометрических соотношений и формул теории лопаточных машин были построены области допустимых значений для различных значений коэффициента реактивности ($R=0,3; 0,5; 0,6$) (рисунок 1). Проведён анализ влияния коэффициента реактивности на конфигурацию и размеры области допустимых значений.

Установлено, что при значении степени реактивности 0,5 минимальная граница коэффициента расхода определяется допустимым диапазоном угла β_2 , а максимальная – диапазоном угла α_1 . Границы коэффициента нагрузки при этом зависят преимущественно от угла α_2 . При уменьшении степени реактивности до 0,3 минимальная граница коэффициента расхода начинает определяться углом β_1 , а общая область допустимых значений расширяется. Из полученных результатов видно, что увеличение степени реактивности приводит к сужению области допустимых значений.

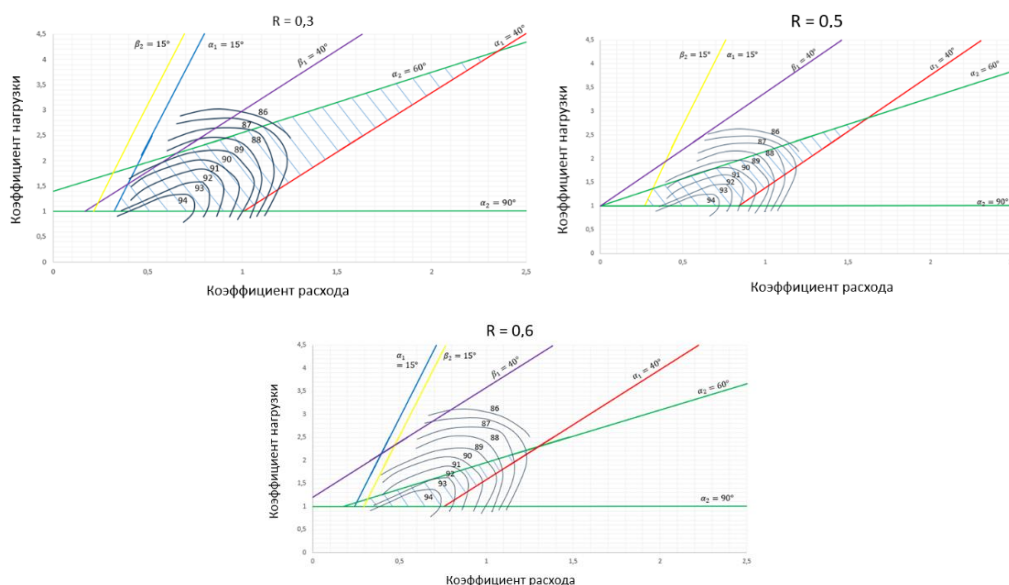


Рис. 1 – Области допустимых значений коэффициента нагрузки и коэффициента расхода при различных коэффициентах реактивности

Полученные результаты позволяют на ранних этапах проектирования ступени обоснованно назначить коэффициенты расхода и нагрузки, исключая заведомо нереализуемые сочетания параметров.

DETERMINATION OF THE FEASIBLE REGION OF FLOW COEFFICIENT AND LOADING COEFFICIENT USING CONSTRAINTS ON THE SMITH DIAGRAM

Simonov N.N., Baturin O.V.

Samara National Research University, Samara, simnik163@yandex.ru

Keywords: Smith diagram, flow coefficient, loading coefficient, degree of reaction, turbomachinery, feasible region, turbomachinery design.

This study presents a method for determining the feasible region of flow coefficient and loading coefficient using angular constraints on the Smith diagram. The influence of the degree of reaction on the feasible region is analyzed, and it is shown that increasing the degree of reaction narrows the feasible region and shifts its lower boundary toward higher flow coefficients.