

УДК 621.165

Алексей Бояршинов

Институт Проблем Машиностроения НАН Украины, Украина

ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ, ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ЭКОНОМИЧНОСТИ ПОСЛЕДНИХ СТУПЕНЕЙ ПАРОВЫХ ТУРБИН

Alexey Boyarshinov

PROBLEMS OF CREATION, INCREASES OF RELIABILITY AND ECONOMY OF THE LAST STAGES OF STEAM-TURBINES

В создании турбин повышенной единичной мощности решающую роль играет величина торцевой площади последней ступени, которой определяется максимально возможный пропуск пара в конденсатор.

Рабочая лопатка последней ступени является одним из самых напряженных и ответственных элементов турбины. Сложность аэродинамических процессов в ступени определяется пространственным характером течения рабочего тела и переменностью режимов работы. Улучшение аэродинамики профилей поперечных сечений лопатки, в условиях недостаточно разработанных методов расчета на прочность, может привести к необоснованному снижению запасов прочности в элементах лопатки и снижению надежности работы ступени. Противоречия, возникающие в данном случае между требованиями аэродинамики и прочности при использовании апробированных в длительной эксплуатации лопаточных материалов с гарантированными характеристиками прочности и пластичности, могут решаться лишь за счет интенсификации напряженного состояния. В этом случае наиболее целесообразно выбирать площади сечений лопатки исходя из формы профильной части близкой к телу равного сопротивления растяжению центробежными силами, что обеспечивает максимально достижимую длину лопатки и, соответственно, площадь выхлопа. Поскольку напряжения на торце лопатки $\sigma(r_B)=0$, выполнение ее с постоянным уровнем напряжений по всей длине невозможно, в этом случае верхняя часть лопатки должна быть выполнена на определенной длине с постоянной площадью поперечного сечения (F_B) от торца до радиуса r_1 (рис. 1), на котором напряжения σ достигнут заданного уровня. При выбранном верхнем сечении с площадью F_B площадь корневого сечения

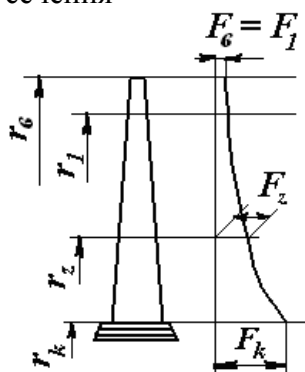


Рисунок 1 – Сечения лопатки

$$F_k = F_B e^{-\frac{\rho \omega^2 (r_1^2 - r_k^2)}{2[\sigma]}}$$

где: F_k – площадь корневого сечения; e – основание натурального логарифма; F_B – площадь поперечного сечения участка с постоянной площадью ($F_1 = F_B$); ρ – плотность материала; ω – угловая скорость вращения.

Площади промежуточных сечений (F_z) определяются уравнением

$$F_z = F_k e^{-\frac{\rho \omega^2 (r_z^2 - r_k^2)}{2[\sigma]}}$$

После определенных таким образом поперечных сечений ведется проектирование лопатки с учетом требований аэродинамики и ее сопряжение с бандажными связями и хвостовым соединением.