

МЕТОД ОБРАБОТКИ ЛОПАТОК ТУРБИН

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Изготовление машин начинается с момента придания исходным материалам геометрических параметров и физико-механических свойств, требуемых ей, по техническим условиям и заканчивается испытаниями. В природе крайне мало продуктов и предметов, пригодных для человека в готовом виде. Это заставляет его затрачивать труд для качественного изменения последних с целью их использования в жизни. Качественные преобразования, содержащие действия по изменению состояния предмета производства, получило название «технологический процесс». [1]

В процессе обработки нежестких деталей сложной формы, например лопаток газовых турбин, упругие деформации заготовки от действия результирующей силы резания составляют значительную долю в общих деформациях технологической системы.

Определение упругих деформаций заготовки необходимо с целью повышения точности обработки лопаток турбин на копировальных станках путем как предискажения копиров на величину суммарной динамической погрешности, так и введения добавочных элементов конструкций станков, увеличивающих жесткость технологической системы СПИД. Аналитические, экспериментально подтвержденные методы, позволяют рассчитывать коррекцию копиров на стадии их проектирования.

Известна методика определения перемещения точек профиля крупногабаритных лопаток под действием силы резания для типового случая установки и закрепления лопаток, расчеты которой целесообразно производить с помощью ЭВМ. На наш взгляд, интересна методика приближенного аналитического расчета упругих деформаций лопатки от действия на нее результирующей силы резания для случая, когда хвостовая часть лопатки жестко закреплена, а головная часть поджата задним центром. [2] Следовательно, такую схему установки можно представить в виде стержня, на одном конце которого заделка, а на другом – подвижная опора. Для простоты расчетов перо лопатки заменяют тонкой прямоугольной пластиной переменного сечения, закрепленной аналогичным методом.

До начала обработки определяются максимальные суммарные напряжения, вызванные центробежными силами и силами сопротивления рабочей среды, а при растяжении создаются в лопатках максимальные напряжения, равные упомянутым суммарным напряжениям.

Способ обработки лопаток турбин осуществляется следующим образом.

Перед обработкой лопаток определяют центробежную силу, действующую на лопатку в реальных условиях (с учетом массы лопатки и ее угловой скорости)

$$N_y = \frac{mV^2}{R},$$

где m – масса лопатки;

V – линейная скорость;

R – радиус (растяжение от оси вращения до центра тяжести лопатки).

Затем определяют направление, вызванное центробежной силой, по формуле

$$\sigma_y = \frac{N_y}{F}, \text{ кг/мм}^2$$

где F – площадь минимального сечения лопатки, мм^2 .

После этого экспериментальным путем определяют силу сопротивления рабочей среды и считают точкой ее приложения центр тяжести лопатки. По изгибающему моменту определяют напряжения в минимальном сечении лопатки (возле ее хвостовика)

$$\sigma_c = \frac{M_{\max}}{W},$$

где W – момент сопротивления минимального сечения лопатки;
 M_{\max} – максимальный изгибающий момент от действия силы сопротивления рабочей среды.

Определяют суммарные напряжения лопатки

$$\sigma_{\Sigma} = \sigma_y + \sigma_c = \frac{N_y}{F} + \frac{M_{\max}}{W}.$$

Начинают обработку лопатки, для чего к ней прикладывают напряжения, равные σ_{Σ} при этом усилии растяжения, приложенное к лопатке, делят на площадь ее минимального сечения.

Пример реализации способа обработки лопатки турбины 4 ступени:

минимальное сечение лопатки, $F_{\text{л}}=30 \text{ мм}^2$;

напряжения, вызванные центробежными силами, $\sigma_y = 36 \text{ кг/мм}^2$;

напряжения, вызванные силами сопротивления рабочей среды, $\sigma_c = 24 \text{ кг/мм}^2$;

суммарное напряжение в лопатке, $\sigma_{\Sigma} = 24+36=60 \text{ кг/мм}^2$;

требуемое усилие растяжения в лопатке, $P_{\text{раст}} = \sigma_{\Sigma} \cdot F_{\text{л}} = 60 \cdot 30 = 1800 \text{ кг}$.

Применение предлагаемого метода обработки лопаток турбин позволяет повысить эксплуатационную надежность работы лопаток, что является весьма важным фактором, так как выход из строя одной лопатки приводит к авариям.

Технико-экономическая эффективность от внедрения такого метода обусловлена повышением надежности лопаток турбин. [3]

ЛИТЕРАТУРА

1. Кугультинов С.Д. Обработка резанием металлов, применяемых в ракетостроении. – М.: МГТУ, 2008 – 196с.
2. Бурсний В.А. и др. Обработка нежестких деталей приборов. – Мн.: Мин-скгиппроект, 1998 – 232с.
3. Ивашин Э.Я. и др. Способ обработки лопаток турбин. А.с. 1000217 СССР, опубл. в Б.И., 1983, №8

УДК 621.9

Кочергин А.И., Ажар А.В., Ратько Е.Ф.

АНАЛИЗ ПРИЧИН ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ И ХАРАКТЕРА ПОВРЕЖДЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ В КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЯХ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Исследование причин выхода из строя, характера повреждения, рассеивания величин износа сборных комбинированных осевых инструментов является одним из этапов комплексной работы по изучению и установлению критериев отказа многоэлементных сборных режущих инструментов в производственных условиях с учетом стохастического характера процесса обработки и организации инструментообеспечения [1, 2, 3].