

ционных и энергетических потоков носят кооперативный характер, приводит к еще более значительному подавлению рассеяния характеристик.

Заключение. Таким образом, управление надежностью и адаптивностью гибкой системы комбинированной обработки на этапе проектирования оборудования в виде замкнутых технологических комплексов должно осуществляться путем ограничения номенклатуры универсальных производственных модулей и средств их технологического оснащения с последующей унификацией номенклатуры объектов и процессов производства.

УДК 621.048.6.06

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОБРАБОТКЕ В ГРАНУЛИРОВАННЫХ РАБОЧИХ СРЕДАХ

М.А. Тамаркин, д-р техн. наук, проф., Э.Э. Тищенко, канд. техн. наук, доц.
Донской государственной технической университет
(г. Ростов–на–Дону, Россия)

В современном машиностроении все более широкое применение находят методы обработки деталей в гранулированных рабочих средах. Хорошая производительность, высокое качество обработки деталей сложной конфигурации из различных материалов, широкие технологические возможности позволяют успешно использовать их на операциях шлифования, полирования, поверхностного упрочнения, скругления острых кромок, удаления заусенцев и облоя и т.п. Однако сложность явлений, происходящих в зоне обработки, большое число факторов, влияющих на результаты процесса (характеристики рабочих сред, режимы обработки, конструктивные параметры оборудования, механические свойства обрабатываемых материалов), затрудняют проектирование технологических процессов, гарантированно обеспечивающих заданное качество поверхностного слоя обработанных деталей.

Среди методов обработки в гранулированных рабочих средах выделяют как отделочно–зачистные в абразивных частицах (виброабразивная обработка, центробежно–ротационная абразивная обработка, струйно–абразивная обработка, турбоабразивная обработка), так и отделочно–упрочняющие в металлических шариках (вибрационная отделочно–упрочняющая обработка, центробежно–ротационная отделочно–упрочняющая обработка).

Для описания механизма формирования свойств поверхностного слоя при использовании любого из используемых методов можно применить общий подход, заключающийся в определении количественных параметров единичного взаимодействия гранул с поверхностью детали и оценке с использованием вероятностных методов числа таких взаимодействий в единицу времени на

единице площади детали [1]. В соответствии с этим определена максимальная глубина внедрения частицы:
при абразивной обработке

$$h_{\max a} = 2 \cdot V_{y\delta} \cdot R \cdot \sin \beta \sqrt{\frac{\rho_{\dot{z}}}{3 \cdot K_R \cdot c \sigma_s}} \quad (1)$$

и при обработке в стальных шариках

$$h_{\max u} = 2 \cdot V_{\varepsilon\phi} \cdot R \cdot \sin \beta \sqrt{\frac{\rho_{\dot{u}}}{3 \cdot K_s \cdot c \sigma_s}} \quad (2)$$

где $V_{\varepsilon\phi}$ – эффективная скорость движения частицы; R – радиус частицы; $\rho_{\dot{u}}$ – плотность материала частицы; K_R – коэффициент, учитывающий влияние зернистости абразивной частицы на фактическую площадь контакта; K_s – коэффициент, учитывающий влияние шероховатости поверхности детали на площадь фактического контакта, σ_s – предел текучести материала детали, c – коэффициент, оценивающий несущую способность контактной поверхности, β – угол встречи частицы с поверхностью детали,

След единичного взаимодействия представляет собой эллипс с полуосями:

$$b = \sqrt{R^2 - h_{\max}^2}, \quad a = \frac{\pi}{2} \operatorname{ctg} \beta - f \cdot h_{\max} + b \quad (3)$$

где f – коэффициент пропорциональности.

При обработке в гранулированных рабочих средах шероховатость поверхности детали изменяется по экспоненциальной кривой, достигая установившегося значения.

При абразивной обработке

$$R_{a_{ycm}} = 0,09 \sqrt{\frac{h_{\max} \cdot l_{ed}}{z_0}} \quad (4)$$

где l_{ed} – единичная длина; z_0 – номинальное число вершин зерен над единицей поверхности связки.

При отделочно–упрочняющей обработке

$$R_{a_{ycm}} = 0,006 \sqrt{\frac{h_{\max} \cdot a \cdot b \cdot l_{ed}}{R^2}} \quad (5)$$

Представленные теоретические зависимости прошли комплексную экспериментальную проверку при обработке деталей из различных материалов, в различных рабочих средах при различных методах обработки.

На основе полученных обобщенных моделей можно рассчитывать режимы обработки в гранулированных рабочих средах для обеспечения заданной шероховатости поверхности детали.

Литература

1. Королёв А.В. Исследование процессов образования поверхностей инструмента и детали при абразивной обработке. – Саратов: Из-во Саратов. ун-та, 1975. – 191 с.

УДК 620.892.09

ПРИЧИНЫ АБРАЗИВНОГО ИЗНАШИВАНИЯ ВХОДНЫХ КРОМОК РАБОЧИХ И ВЫХОДНЫХ КРОМОК НАПРАВЛЯЮЩИХ ЛОПАТОК ПАРОВЫХ ТУРБИН И ЗАДАЧИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ

А.А. Фокин, А.В. Беляков канд. техн. наук, доц.
ОАО «Всероссийский теплотехнический институт»
(г. Москва, Российская Федерация)

В процессе эксплуатации входных кромок рабочих лопаток и выходных кромок направляющих лопаток цилиндра высокого давления (ЦВД) и цилиндра среднего давления (ЦСД) подвергаются абразивному изнашиванию, что резко снижает их ресурс и приводит к преждевременной их замене. Нарушение геометрических параметров и изменение шероховатости приводит к снижению их экономичности и надежности, что, в свою очередь, может привести к аварийной ситуации и разрушению элементов проточной части турбины.

Так, на турбинах К–160–130 ХТГЗ имеет место интенсивное изнашивание рабочих лопаток (РЛ) 2,4,8–11 ступеней ЦВД и ЦСД.

Причинами абразивного износа РЛ и направляющих лопаток (НЛ) являются:

- некачественная химическая водоподготовка питательной воды;
- химический состав материалов элементов нагрева и лопатки;
- химический состав лопатки.

Для решения проблемы абразивной стойкости лопаток проточной части ЦВД и ЦСД необходимо определить область задач, необходимыми из которых на наш взгляд являются:

- определение метода защиты входных кромок РЛ и выходных кромок НЛ;
- уточнить механизм воздействия абразивных частиц на материал поверхностных зон лопаток;
- определить технические и технологические возможности осуществления процесса организации защиты в условиях ремонта турбин (без разлопачивания);
- определить оптимальные параметры технологии;
- провести исследования материалов лопаток с противозерозионной защитой;
- провести сравнительные испытания абразивного изнашивания.