

УДК 621.81.004.67:631.3.004.67

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ
ОПТИМАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ
АВТОМОБИЛЕЙ С ПОКРЫТИЯМИ НА СТАДИИ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
УПРОЧНЕНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ**

**METHODOLOGICAL APPROACH TO PROVISION
OF OPTIMAL CHARACTERISTICS OF COATED CAR PARTS
AT THE STAGE OF DESIGN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES
OF STRENGTHENING AND RESTORATION.**

Лойко В. А.¹, канд. техн. наук, доц.
Хейфец М. Л.², д-р техн. наук, проф.

¹Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

²Институт прикладной физики НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь

V. Loiko¹, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
M. Kheifets², Doctor of Technical Sciences, Professor,

¹Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

²Institute of Applied Physics of the National Academy of Sciences
of Belarus, Minsk, Belarus

Рассмотрена возможность направленного формирования показателей качества деталей автомобилей с поверхностями, упрочненными (восстановленными) нанесением покрытий на стадии проектирования технологических процессов основе их функциональных моделей, созданных с применением CALS-технологий.

The possibility of directed formation of quality indicators of car parts with surfaces hardened (restored) by coating at the stage of designing technological processes on the basis of their functional models created using CALS technologies is considered.

Ключевые слова: детали автомобиля, технологический процесс, восстановление, упрочнение, качество, функциональная модель.

Keywords: car parts, technological process, restoration, hardening, quality, functional model.

ВВЕДЕНИЕ

При обосновании технологического процесса следует учитывать характеристики всех операций от заготовительных до отделочных, включая нанесение и модифицирование функционального покрытия.

Он должен рассматриваться как совокупность взаимодействующих процессов изменения и сохранения свойств. Свойства детали при ее восстановлении формируются взаимосвязано, однако на практике это учитывается недостаточно.

Технические трудности математического описания многосвязных взаимодействий при формировании множества показателей качества покрытия преодолимы применения современных информационных технологий и методологии принятия технологических решений.

МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОССТАНОВЛЕННЫХ (УПРОЧНЕННЫХ) ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

Значение характеристик технологических сред и закономерностей их изменения позволило сформировать основную задачу направленного формирования показателей качества изделия: при известных начальных и конечных свойствах предмета производства определить наиболее оптимальную с точки зрения трансформации свойств технологическую среду [1].

В результате предложен общий методический подход к обеспечению направленного формирования оптимальных свойств изделий.

Изменяя среду или ее характеристики, можно управлять формируемыми свойствами деталей. Учет взаимного влияния технологических факторов при взаимодействии технологических сред покрываемой деталью позволяет внести соответствующие уточнения в расчетно-аналитический метод определения суммарной погрешности механической обработки. Возникающие при обработке заготовки погрешности взаимосвязаны и оказывают влияние друг на друга и суммарную погрешность обработки. Составляющие погрешности формируются как в результате взаимодействия заготовки с технологической средой уровня операции, так и с технологической средой уровня процесса.

В результате предложен общий методологический подход к обеспечению оптимальных свойств восстановленных деталей.

Для составляющих погрешностей процесса справедливо выражение:

$$\begin{bmatrix} \Delta Y \\ \varepsilon \\ \Delta H \\ \Delta u \\ \Delta T \end{bmatrix}_j = \begin{bmatrix} 1 & a_{\Delta Y, \varepsilon} & a_{\Delta Y, \Delta H} & a_{\Delta Y, \Delta u} & a_{\Delta Y, \Delta T} \\ a_{\varepsilon, \Delta Y} & 1 & a_{\varepsilon, \Delta H} & a_{\varepsilon, \Delta u} & a_{\varepsilon, \Delta T} \\ a_{\Delta H, \Delta Y} & a_{\Delta H, \varepsilon} & 1 & a_{\Delta H, \Delta u} & a_{\Delta H, \Delta T} \\ a_{\Delta u, \Delta Y} & a_{\Delta u, \varepsilon} & a_{\Delta u, \Delta H} & 1 & a_{\Delta u, \Delta T} \\ a_{\Delta T, \Delta Y} & a_{\Delta T, \varepsilon} & a_{\Delta T, \Delta H} & a_{\Delta T, \Delta u} & 1 \end{bmatrix}_j \begin{bmatrix} \Delta Y \\ \varepsilon \\ \Delta H \\ \Delta u \\ \Delta T \end{bmatrix}_{\partial j}, \quad (1)$$

где $(\Delta Y, \varepsilon, \Delta H, \Delta u, \Delta T)^T_j$ – вектор-столбец значений составляющих погрешностей (погрешность, вызываемая упругими деформациями; погрешность установки; погрешность настройки; погрешность, вызываемая размерным износом; погрешность, вызываемая тепловыми деформациями), определяемых с учетом взаимного влияния; a – коэффициенты трансформации погрешностей, учитывающие взаимное влияние погрешностей; $(\Delta Y, \varepsilon, \Delta H, \Delta u, \Delta T)^T_{\partial j}$ – вектор-столбец детерминированных значений, составляющих погрешностей, определенных на основе традиционного расчетно-аналитического метода.

Квадрат итогового значения суммарной погрешности Δ определяется, как:

$$\Delta^2 = [\lambda_i \cdot P_i]^T [P_i], \quad (2)$$

где λ_i – коэффициенты, определяющие форму кривой распределения составляющей погрешности P_i ; T – символ транспонирования.

Учет множественных связей технологических сред при определении суммарной погрешности позволяет более чем в 2 раза повысить точность существующего метода расчета. Разработанный аппарат описания трансформации свойств покрытий позволяет желаемым образом распределять уровни свойств изделия по этапам технологического процесса [2]. Для любой части сквозного технологического процесса и для любого из свойств последнего на основании разработанной методики может быть определен и при необходимости оптимизирован желательный уровень значений соответствующих показателей качества [3].

По завершении заготовительного передела достигнутые значения квазистабильных K_c^3 и изменяющихся K_v^3 показателей качества определяются следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} K_c^3 = S_c^3 \cdot k^M + k_c^{3,M} \cdot K^M; \\ K_v^3 = S_v^3 \cdot k^M + k_v^{3,M} \cdot K^M, \end{array} \right\} \quad 3)$$

где S_c^3, S_v^3 – коэффициенты сохранения и взаимного влияния свойств исходного материала, проявляющиеся на предварительном изменении свойств предмета производства в результате его взаимодействия с технологической средой уровня заготовительного передела;

K^M – значения показателей качества исходного материала;

$k_c^{3,M}, k_v^{3,M}$ – коэффициенты этапе сквозного процесса обработки изделия.

Практически для любого N этапа (рисунок 1) группы операций могут быть получены соотношения вида:

$$K_N = H_N \cdot K^M, \quad (4)$$

где K_N – значение сформированного после этапа N показателя качества; H_N – коэффициент трансформации свойств изделия по отношению к исходным (K^M).

С учетом влияния всех операций восстановления на эксплуатационные свойства получен алгоритм, в соответствии с которым по требуемым эксплуатационным свойствам рекомендуются значения параметров состояния поверхностного слоя и проектируется технологический процесс ее восстановления (упрочнения), назначаются режимы обработки, параметры инструмента и оборудования, технологические среды, для получения требуемых параметров поверхности на каждом этапе обработки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Функциональные модели многосвязных технологических сред позволяют в зависимости от постановки решаемой задачи осуществлять изменения ее размерности путем выделения множества

существенных связей и подавления несущественных при сохранении корректности и адекватности. Автоматизированная генерация технологических сред заданного уровня относительно выделенного объекта принципиально возможна на основе их функциональных моделей, созданных с применением CALS-технологий.

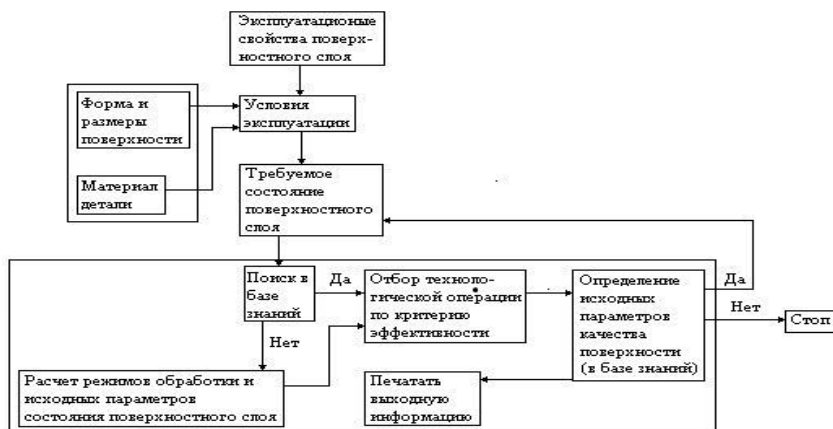


Рисунок 1 – Технологический алгоритм, обеспечивающий требуемые параметры состояния поверхностного слоя детали на каждом этапе обработки

ЛИТЕРАТУРА

1. Хейфец, М. Л. Формирование свойств материалов при послыйном синтезе деталей / М. Л. Хейфец. – Новополоцк: ПГУ, 2001. – 156 с.
2. Вакуумно-плазменные технологии в ремонтном производстве. / В. А. Лойко [и др.] – Минск: Издательство УО БГАТУ, 2007. – 190 с.
3. Лойко, В. А., Ивашко, В. С. Формирование структур поверхностных слоев при вакуумно-плазменном нанесении покрытий // Изобретатель. – 2011. – № 7–8 (139–140). – с. 12–16.

Представлено 24.04.2022