

УДК 621.923.42

ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ В ПРОЦЕССАХ ДЕФЕКТАЦИИ
И ВОССТАНОВЛЕНИЯ СЁДЕЛ КЛАПАНОВ ГРМ
THE PROBLEM OF OPTIMIZATION IN THE PROCESSES OF
FAULT DETECTION AND RECOVERY VALVE SEATS TIMING

Г.А. Веремей, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
G. Veremey, Ph.D. in Engineering, Associate professor,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Аннотация. Представлены две математические модели: 1) геометрии изношенных поверхностей седел клапанов со сложно-переменной топографией; 2) оптимизации режимов резания в зависимости от объёмов срезаемого материала при восстановительном ремонте седел клапанов.

Abstract. Two mathematical models are presented: 1) geometry of the worn surfaces of valve seats with complex-variable topography; 2) optimization of cutting modes depending on the volume of the cut material during the reconditioning repair of valve seats.

Ключевые слова: процесс дефектации, задача оптимизации, седла клапанов, восстановительный ремонт, режимы резания, объём материала.

Key words: flaw detection process, an optimization object, valve-seats, overhaul repairing, cutting conditions, material volume.

ВВЕДЕНИЕ

В авторемонтном производстве газораспределительных механизмов (ГРМ) двигателей процессу восстановления изношенных седел клапанов предшествует процесс их [1]. Важность задачи по получению объективных результатов дефектации седел клапанов обусловлена увеличением трудоёмкости восстановительного ремонта в случае ошибочно поставленного диагноза. Поэтому проведение объективно-оптимальной дефектации с точки зрения оценки степени износа рабочих поверхностей седел клапанов является актуальным.

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Перед проведением процесса обработки изношенного седла клапана для обеспечения требуемых результатов качества и точности формообразования важную роль играет выбор рациональных режимов резания. Поскольку объём срезаемого материала седла клапана лимитирован его размерными связями, то выбор условий формообразования подлежит оптимизации.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ

Исследования источников информации [2] показывают, что на сегодня в данной области ремонтного производства ГРМ не обнаружено совершенных методов и математического представления изношенных внутренних конических поверхностей со сложной топографией, которые позволяют описать степень их износа. Практические исследования показывают, что наиболее распространёнными в ремонтном производстве являются органолептические методы определения степени износа сёдел, однако они малоэффективны, поскольку дают необъективную оценку истинному состоянию изношенных деталей с точки зрения точности. Поэтому для решения данной проблемы предлагается разработка математической модели, позволяющей определить и описать степень износа рабочих поверхностей седла клапана с целью получения объективных результатов по дефектации для принятия решения о целесообразности восстановительного ремонта и снижения его трудоёмкости.

Анализ исследований и источников [1, 2, 3, 4] указывает, что формирование параметров качества в металлообработке зависит от ряда различных факторов формообразующей системы. В данной работе для обеспечения качества и точности восстановления внутренних конических поверхностей со сложной геометрией предлагается построение оптимизационной модели подбора режимов обработки в зависимости от объемов срезаемого слоя.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В задаче дефектации седла клапана со сложной топографией представлена 3D-модель в аналитической форме (для обоих профилей (рисунок 1 и 2)) в виде обобщенного полинома [5]:

Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ
АВТОМОБИЛЕЙ»

$$z = Q(x, y) = \sum_{k=1}^n c_k \cdot \sqrt{(x - x_k)^2 + (y - y_k)^2}, \quad (1)$$

где $x_k, y_k (k=1, \dots, n)$ – система точек, полученных путем оцифровки профилограмм с любым шагом, необходимым для учета неровностей обрабатываемой поверхности; c_1, c_2, \dots, c_n – коэффициенты, определяемые из системы линейных уравнений с помощью функций системы MathCAD [6].



Рисунок 1 – Продольный профиль изношенного седла клапана

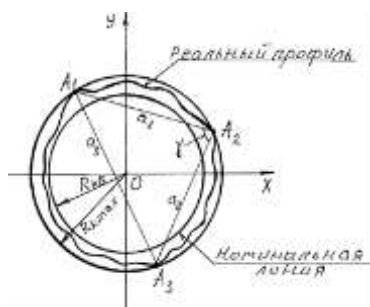


Рисунок 2 – Поперечный профиль изношенного седла клапана

В соответствии с конструкторскими и эксплуатационными требованиями основными параметрами качества восстановленного седла клапана являются: высота микронеровностей Ra , отклонение от округлости, отклонение от диаметра и отклонение от концентричности обработанных поверхностей седла и отверстия направляющей втулки клапана (рисунок 3).

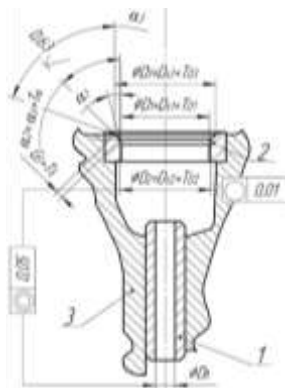
Для подбора рациональных режимов обработки детали и минимизации объема срезаемого материала перед обработкой используется 3D-модель обрабатываемой поверхности в виде обобщенного полинома (1) на базе геометрической модели после проведения дефектации и полученных оцифрованных данных [1].

Общий припуск на обработку как максимального отклонения пигов обрабатываемой поверхности от номинальной конической:

$$Z_{\text{общ}} = \max[Q_{\text{max}}^{A,B,C} - Z_{A,B,C}] \quad (2)$$

Объем срезаемого слоя с использованием 3D-моделей обрабатываемой и номинальной поверхностей:

$$V_{\text{мод}} = \iint_G [Q(x, y) - Z(x, y)] dx dy \quad (3)$$



1 – направляющая втулка клапана,
2 – седло клапана, 3 – головка блока
двигателя

Рисунок 3 – Параметры точности и качества восстановленного седла клапана

С учётом объема срезаемого слоя с использованием режимов обработки:

$$V_{\text{обр}} = B_{\text{рез}} \cdot n_{\text{об}} \cdot S_0 \cdot t_p \cdot k_{\text{нр}}, \quad (4)$$

где $B_{\text{рез}}$ – ширина резания (мм); $n_{\text{об}}$ – количество оборотов (об/мин); S_0 – подача на оборот (мм/об); t_p – глубина резания (мм); $k_{\text{нр}}$ – количество проходов.

Ширина резания определяется из продольного сечения обрабатываемого седла клапана ($\beta_1, \beta_2, \beta_3$) – углы наклона образующих конических поверхностей относительно оси OX .

$$B_{\text{рез}} = \sum_{i=1}^3 \frac{R_i - R_{i-1}}{\cos \beta_i}. \quad (5)$$

Оптимизационная модель настройки режимов формообразования с учетом количества проходов и глубины резания и ограничений на максимум условий имеет вид (6, 7).

Модель является задачей нелинейного программирования с нелинейным функционалом и нелинейными ограничениями. Для решения задачи используется метод множителей Лагранжа [1].

$$F = V_{обр} - V_{мод} = B_{рез} \cdot \prod_{i=1}^4 x_i - V_{мод} \rightarrow \min \quad (6)$$

$$\begin{cases} x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \leq \prod_{i=1}^3 b_i \\ x_3 \cdot x_4 = Z_{общ} \\ x_i \geq 0, i = 1, 4. \end{cases} \quad (7)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные математические модели описания геометрии изношенных поверхностей и оптимизации режимов резания позволяют решить актуальную задачу в процессах дефектации и восстановления сёдел клапанов в газораспределительных механизмах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веремей Г. А. Повышение эффективности процесса восстановления сёдел клапанов в авторемонтном производстве: Диссертация к.т.н. – Чернигов, ЧНТУ, 2015 – 183 с.
2. Жарий Я. В., Веремей Г. А. Модель оптимизации процесса дефектации седел клапанов газораспределительного механизма при восстановительном ремонте// Вестник Черниговского государственного технологического университета. Серия «Технические науки»: научный сборник / Чернигов: ЧНТУ, 2014. – № 2 (73). – С. 62–69.
3. Душинский В. В. Оптимизация технологических процессов в машиностроении / В.В.Душинский, Е.С. Пуховский, С.Г. Радченко. – К.: Техника, 1977. – 176 с.

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ
АВТОМОБИЛЕЙ»*

4. Кашуба Л.А., Жук Д.М., Маничев В.Б. Геометрия реальных поверхностей деталей изделий машиностроения // Известия высших учебных заведений. Машиностроение, № 2, 2012. – С. 72–79.

5. Веремей Г. А. Математическое моделирование формообразования восстанавливаемых поверхностей седла клапана в газораспределительном механизме // Вестник Черниговского государственного технологического университета. Серия «Технические науки»: научный сборник / Чернигов: ЧНТУ, 2014. – № 1 (71). – С. 127–134.

6. Дьяконов В. МATHCAD 8/2015: специальный справочник.– СПб.: «Питер», 2015. – 592 с.

Представлено 17.05.2019

УДК 332.113

**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
ВЫБРОСАМИ АВТОТРАНСПОРТА
ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION BY MOTOR
VEHICLE EMISSIONS**

П.И. Чуваев,

Национальный транспортный университет, г. Киев, Украина

P. Chuvaev,

National Transport University, Kyiv, Ukraine

На улицах городов Украины постоянно растет численность автомобилей, которые негативно влияют на окружающую среду (шум, загрязнение воздуха и почвы, уплотнение грунтов и др.). Главным источником загрязнения атмосферного воздуха (70%) является автомобильный транспорт. Доказано, что отечественные автомобили экологически "грязнее" по сравнению с зарубежными. Однако, много иномарок имеют изношенные двигатели и поэтому сильно загрязняют воздух. Сегодня достаточно много в качестве топлива используется этилированный бензин, составной частью которого является свинец. Отсутствие оптимальных регулировок автомобильных двигателей приводит к повышенному содержанию в отработанных газах углекислого газа, сажи. Подсчитано, что если бы все трубы систем выпуска