

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ СМАЗКИ ПО ПАРАМЕТРАМ ЧАСТОТНОЙ МОДЕЛИ ФИЛЬТРА

В.А. АТРОЩЕНКО, Ю.Д. ШЕВЦОВ, Ю.А. КАБАНКОВ, Е.С. ФЕДОТОВ

*Кубанский государственный технологический университет,
350075, Российская Федерация, г.Краснодар, ул. Московская,2*

Статья посвящена вопросам диагностики технического состояния двигателя внутреннего сгорания по динамическим характеристикам системы смазки. Установлено соответствие между динамическими параметрами фильтра и степенью его загрязнения. Предложена динамическая модель системы смазки.

Ключевые слова: диагностика, система смазки, частотные характеристики, масляный фильтр, загрязнение фильтра.

В настоящее время параметры, используемые для оценки технического состояния масляного фильтра и диагностики двигателя, не учитывают динамические изменения в системе смазки с учетом колебательности гидравлических параметров. Следовательно, необходимо создать такую модель, которая учитывала бы эти динамические составляющие. По результатам экспериментальных исследований [1] предложена модель, созданная на основе частотных методов теории пневмо-гидравлических цепей, и представляет собой передаточную функцию по давлению.

Частотные характеристики модели фильтра позволили выявить однозначную зависимость между её параметрами и изменениями технического состояния фильтра при различной степени загрязнения и периода эксплуатации.

Динамические составляющие модели, зависящие от изменения размера фильтрующей ячейки и упругих свойств объема жидкости в корпусе фильтра, представляют собой:

$\tau_{u_n}(t) = \frac{l + 2h_{ос}}{F_n}$ - постоянную времени гидравлического сопротивления фильтра

учитывающую инерционность столба жидкости (масла) при дросселировании её через одну ячейку (пору);

$\tau_e(t) = \frac{V_{эс} \rho}{a_{эс}^2 G}$ - постоянную времени гидравлического сопротивления фильтра,

определяемую упругими свойствами объема жидкости в корпусе фильтра [1].

В этих выражениях обозначено: l - толщина фильтрующей перегородки; $h_{ос}$ - высота осадка загрязнений на фильтрующей ячейке (поре); F_n - площадь отверстия ячейки (поры) фильтроэлемента; $a_{жс}$ - скорость звука в жидкости; $V_{жс}$ - объем жидкости в корпусе.

На динамические свойства системы смазки значительное влияние оказывает гидравлическое сопротивление фильтра, которое определяется законом фильтрации и степенью загрязнения (периодом эксплуатации). Изменение гидравлического сопротивления фильтра представлено на рисунке 1.

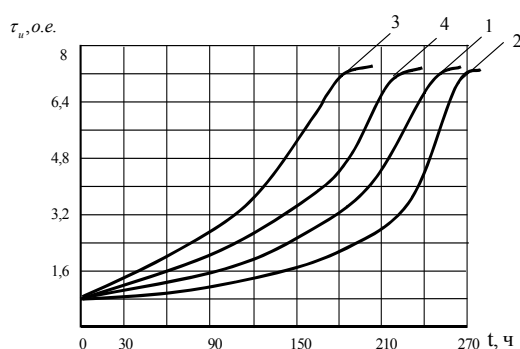


Рисунок 1 - Изменение инерционной составляющей гидравлического сопротивления фильтра в соответствии с законами фильтрования. (1- промежуточный закон; 2-закон постепенного закупоривания пор; 3-закон полного закупоривания пор; 4-закон с образованием осадка).

В системах смазки для очистки масла от загрязняющих примесей используются фильтрующие элементы, средний размер ячеек (пор) которых больше среднего размера твердых частиц загрязнений. По мере загрязнения фильтра в процессе эксплуатации двигателя, как было отмечено ранее, соотношение размеров фильтрующих ячеек (пор) и загрязняющих примесей будет меняться. Следовательно, будет изменяться и закон фильтрования, описывающий динамику изменения гидравлических параметров фильтра.

Исследования частотных характеристик полученных при различных законах фильтрования показало, что в начальный период эксплуатации двигателя или после проведения технического обслуживания по мере загрязнения фильтра скорость изменения по амплитуде и фазе частотных

характеристик в контрольные точки времени возрастает и характерна для конкретного закона.

Эти параметры предлагается использовать в качестве диагностических для распознавания закона фильтрования, степени загрязнения фильтра а, следовательно, и для определения его технического состояния. В связи с этим, определение и отслеживание параметров АЧХ и ФЧХ фильтра во всем диапазоне его эксплуатации позволит точно определить его остаточный ресурс и продолжительность необслуживаемой работы двигателя в целом.

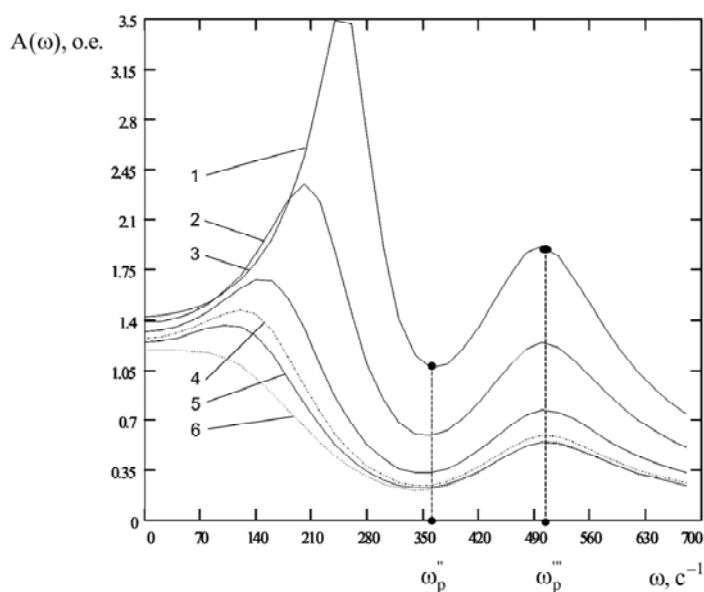


Рисунок 2. Изменение характеристик фильтра от времени эксплуатации.

Анализ и исследование полученных для всего диапазона эксплуатации частотных характеристик фильтра (рисунок 2) позволили сделать вывод о том, что на последнем этапе его работы, когда его производительность достигает максимума $W_{фmax}$, значения амплитудных и фазовых частотных характеристик на отдельных резонансных частотах (ω_p'' и ω_p''') практически не изменяются со временем работы. Это связано с тем, что в этот период инерционная составляющая гидравлического сопротивления фильтра τ_u также достигает максимума и остается неизменной. На рисунке 2 представлены графики изменения АЧХ фильтра, работающего в начальный период эффективного отсева загрязнений (кривые 1,2,3) и при достижении максимальной

производительности $W_{\phi_{max}}$ фильтра (кривые 4,5,6). На частотах ω_p'' и ω_p''' видны отличия в значениях последних трех амплитудных частотных характеристик, полученных через одинаковые промежутки времени.

Во время работы двигателя, на некоторых режимах, возможно появление резонансных частот. На графиках (см. рис. 2) присутствует появление пиков в определенный момент времени. Амплитудные значения графиков можно соотнести с продолжительностью работы ДВС. Исследования показали, что амплитудные значения меняются в процессе работы двигателя, и как следствие и меняется скорость изменения амплитуды, как показано на рисунке 3.

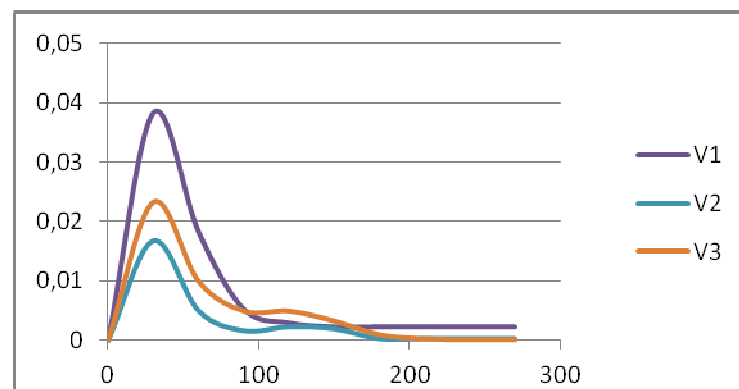


Рисунок 3. График изменения скорости амплитуды

По величине и скорости отклонения амплитуд и фаз данных характеристик от эталонных АЧХ и ФЧХ определяется техническое состояние двигателя, а по предельно допустимой величине гидравлического сопротивления фильтра определяется периодичность его обслуживания.

Данный алгоритм может быть реализован в устройстве, включенном в бортовую компьютерную систему двигателя, периодически или постоянно отслеживающую параметры измеряемых величин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атрощенко В.А. и др. Технические возможности повышения ресурса автономных электростанций энергетических систем: Монография [Текст] / В.А. Атрощенко, Ю.Д. Шевцов, П.В. Яцынин, Р.А. Дьяченко, М.Н. Педько – Краснодар: Издательский Дом-Юг, 2010. – 192 с.

REFERENCES

1. Atroshchenko V.A. i dr. Tekhnicheskie vozmozhnosti povysheniya resursa avtonomnykh elektrostantsiy energeticheskikh sistem: Monografiya [Tekst] / V.A. Atroshchenko, Yu.D. Shevtsov, P.V. Yatsynin, R.A. Dyachenko, M.N. Pedko – Krasnodar: Izdatelskiy Dom-Yug, 2010. – 192 p.

*ASSESSMENT CONDITION OF THE LUBRICATION SYSTEM IN THE
PARAMETERS OF THE FREQUENCY OF THE FILTER MODEL*

V.A. ATROSCHENKO, YU.D. SHEVTSOV, YU.A. KABANKOV, E.S. FEDOTOV

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072*

The article is devoted to the diagnosis of technical condition of the internal combustion engine on the dynamic characteristics of the lubrication system. The correspondence between the dynamic parameters of the filter and the degree of contamination. Proposed a dynamic model of the lubrication system.

Keywords: diagnostic, lubrication system, frequency characteristics, oil filter, filter contamination