

УДК 681.54

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ БЕЗРАЗБОРНОЙ ДИАГНОСТИКИ МЕХАНИЗМОВ ДТС

Кандидат технических наук Посвятенко Н. И.,
кандидат исторических наук Тверитникова Е. Е.,
кандидат технических наук Кропачек О. Ю.,
Гусельников А. К.

В статті поставлена та вирішена аналітична задача розробки датчика оцінки абсолютного залишкового ресурсу працездатності форсунок дизельних агрегатів. Теоретичні результати синтезу функціональної залежності зміни амплітуди вібросигналу з дизеля в часі були підтверджені практичними випробуваннями, і на їх основі стала можливою розробка діагностичного пристрою, оцінюючого ресурс роботи форсунок.

In clause is put and the analytical task of an estimation of an absolute residual resource of serviceability of the device for submission of fuel of diesel units is decided The theoretical results of synthesis of functional dependence of change of amplitude of a vibrating signal from a diesel engine in time were confirmed by practical tests and on their basis there was a possible development of the diagnostic device estimating a resource of work of the device for submission of fuel.

Постановка проблемы. Исследование вопросов безразборной диагностики и регулировки двигателей внутреннего сгорания (ДВС) является актуальной задачей для отечественной промышленности [1]. Разработанные методы и устройства для решения таких и подобных задач основываются на использовании амплитуды сигнала виброакселерометра, установленного на трубке топливного насоса высокого давления [2]. Оценка абсолютного остаточного ресурса форсунки ДВС базируется на определении функциональной зависимости изменения амплитуды вибросигнала во времени и построении на этой основе измерительного преобразователя.

Анализ литературы относительно создания диагностических устройств подобного типа [3, 4] показал, что используемые методы базируются на построении регрессионных зависимостей. Это вызывает увеличение погрешности диагностики в целом, приводит к трудностям обработки полученной информации, делает громоздкими алгоритмы функционирования соответствующих устройств [5].

Целью статьи является оценка абсолютного остаточного ресурса работоспособности форсунок ДВС. Достижение поставленной цели связано с решением следующих задач:

1) определение функциональной зависимости изменения амплитуды сигнала измерительного преобразователя $U_{ин}$, диагностического устройства от времени работы форсунки Δt :

$$U_{ин} = f(\Delta t) \quad (1)$$

2) определение функциональной зависимости изменения параметра R , соответствующего абсолютному остаточному ресурсу работоспособности форсунок ДВС, от амплитуды сигнала измерительного преобразователя:

$$R = f(U_{ин}) \quad (2)$$

Основная часть. Решение первой из указанных задач соответствует положительному ответу на вопрос о принципиальной возможности оценки остаточного ресурса изделия. Решение второй задачи позволяет синтезировать измерительное устройство, где положение указателя, в простейшем случае на аналоговой шкале, соответствует уровню остаточного ресурса R .

Для решения перечисленных задач была проведена серия экспериментов с использованием одноцилиндрового безмоторного стенда путем постановки пассивного эксперимента. Именованные форсунки ус-

танавливались на стенд после известного отрезка работы и с помощью измерительной системы [6] производилась запись сигнала виброакселерометра [7], установленного на трубке топливного насоса высокого давления (ТНВД) вблизи форсунки. Значение $U_{инп}$ находилось по методике, описанной в [7], в пакетном режиме.

По данным эксперимента с применением программного продукта MS EXCEL методом наименьших квадратов найдена регрессионная зависимость (1) в общем виде:

$$U_{инп} = a_2 \Delta t^2 + a_1 \Delta t + a_0, \quad (3)$$

где a_2, a_1, a_0 — коэффициенты уравнения, квазипостоянные для конкретного типа форсунок (для форсунок типа 4Д80Д $a_2 = 6 \cdot 10^{-11}, a_1 = 9 \cdot 10^{-6}, a_0 = 50$).

Зависимость (3) позволяет не только качественно оценить вид характеристики (1), но и определить функциональную зависимость (2) при следующих условиях:

$$\begin{cases} R = 1, & \text{при } \Delta t \rightarrow 0 \\ R = 0, & \text{при } \Delta t \rightarrow t_H, \\ R = 0 \div 1, & \text{при } 0 < \Delta t < t_H. \end{cases}$$

где t_H — номинальное время безотказной работы форсунки ДВС.

Таким образом, на основании (3) и (4) зависимость (2) имеет вид:

$$R = b_2 U_{инп}^2 + b_1 U_{инп} + b_0,$$

или для форсунок типа 4Д80Д:

$$R = -4,62 U_{инп}^2 + 5,45 U_{инп} - 0,58.$$

Проведенная серия активных экспериментов с форсунками при намеренном выводе последних из строя за счет изменения жесткости пружины затяжки, при котором возникала возможность дискретно изменять величину $U_{инп}$ (рис. 1), подтвердила на практике истинность (5), (6) и пригодность для синтеза на этой основе диагностического устройства

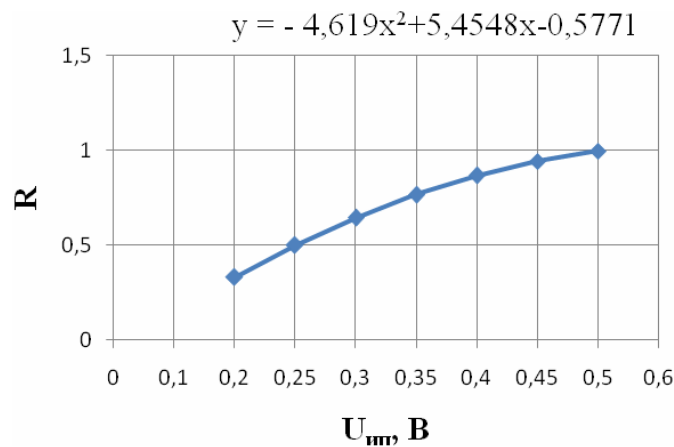


Рис. 1. Регрессионная зависимость изменения абсолютного остаточного ресурса от амплитуды вибрации

Аналитические выводы относительно уравнения преобразования измерительного преобразователя состояния форсунок ДВС, могут базироваться на теории надежности. Для оценки реального состояния

форсунок на текущий момент и оценки ухудшения их параметров со временем эксплуатации целесообразно использовать выражение [8]:

$$P(t) = e^{-\lambda t}, \quad (7)$$

где $P(t)$ — вероятность безотказной работы изделия, t — время эксплуатации, λ — интенсивность отказа.

Согласно [8], интенсивность отказа определяется следующим соотношением:

$$\lambda = \frac{1}{t_H}. \quad (8)$$

Для форсунок типа 4Д80Д номинальное время безотказной работы t_H определяется в 50000 часов.

По априорным сведениям, выходной сигнал измерительного преобразователя $U_{ип}$ можно считать пропорциональным вероятности безотказной работы изделия:

$$U_{ип} = K_3 P(t), \quad (9)$$

где K_3 — коэффициент пропорциональности.

Остаточный ресурс работоспособности форсунок, согласно (4), определяется временем функционирования Δt . Из выражений (4), (7), (8), (9) аналитическое уравнение преобразования рассматриваемого измерительного преобразователя представляется в виде

$$R = 1 + t_H K_2 \ln \left(\frac{U_{ип}}{K_3} \right)$$

где K_2 , исходя из (4), определяется из соотношения

$$R = 1 - K_2 t$$

где t — текущее время работы форсунки.

Графическое представление (10) приведено на рис. 2. Сравнительный анализ зависимости на рис. 1 и рис. 2 указывает на адекватность модели (10) реальному процессу преобразования и высокой степени доверия к полученной регрессионной зависимости (5).

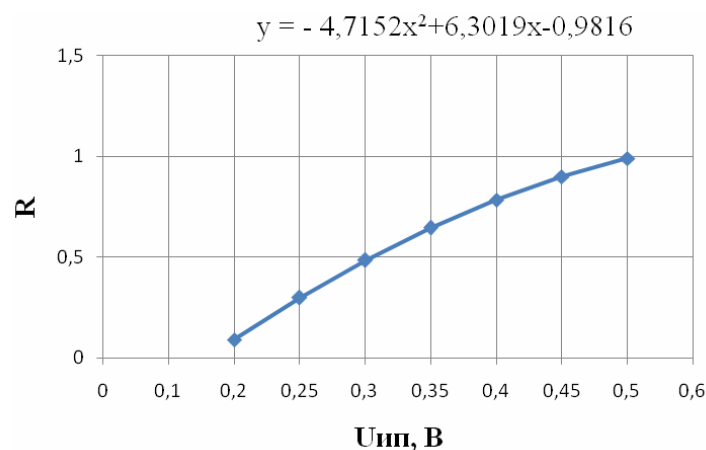


Рис. 2. Графическое изображение функциональной зависимости

Выводи. При теоретических и практических исследованиях оценки абсолютного остаточного ресурса работоспособности форсунок ДВС были получены следующие результаты:

- 1) выявлена регрессионная зависимость между изменением амплитуды вибросигнала, снимаемого с трубки топливного насоса высокого давления, и временем.
- 2) получена функциональная зависимость изменения амплитуды вибросигнала в функции времени.
- 3) получена выходная функциональная зависимость изменения остаточного ресурса от амплитуды вибросигнала.

Литература

1. Варбанец Р. А. Мониторинг и расчет рабочего процесса судовых дизелей в эксплуатации : дис... канд. техн. наук : 05.04.15 / Р. А. Варбанец. – Одесса, 1997. – 185 с.
2. Володин А. И. Контроль качества работы топливной аппаратуры // Двигателестроение / А. И. Володин и др. – 1990. – №5. – С. 48–51.
3. Сисак Р. М. Методи та системи статистичної діагностики дизель-генераторів на базі циклічних процесів : дис... канд. техн. наук : 05.11.16 / Р. М. Сисак. – Киев, 2000. – 185 с.
4. Гремь Я. В. Вимірювання та аналіз нестационарних вібрацій методами цифрової обробки сигналів : дис. канд. техн. наук : 05.11.01 / Я. В. Гремь. – Львів, 1999. – 210 с.
5. Справочник по теории автоматического управления / под ред. А. А. Красовского. – М. : Наука, 1987. – 711 с.
6. Мигуценко Р. П. Методика идентификации процессов рабочей зоны ДГУ // Системы обработки информации / Р. П. Мигуценко, О. Ю. Валуйська. – Х. : ХВУ. – 2003. – С. 75–80.
7. Валуйская О. Ю. Обработка вибросигналов с целью определения параметров для экспресс-диагностики топливной аппаратуры дизельных агрегатов // Вестник НТУ «ХПИ» / О. Ю. Валуйская. – 2002. – Вып. 9. – Т.7. – С. 31–34.
8. Левин Б. Р. Теоретические основы статической радиотехники / Б. Р. Левин. – М. : Сов. радио, 1975. – 392 с.

УДК 625.85

ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИТИ В АВТОМОБІЛЬНОМУ І ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ

Кандидат хімічних наук Пархоменко Н.Г.,
кандидат хімічних наук Мудрак К.В.,
Міняйло К.М.,
Журило Д.В.

*В статті розглянуто полімерні композити в автомобільному і дорожньому будівництві.
In the article polymeric compos are considered in motor-car and travelling building.*

Відносно низька міцність (порівняно з марочними сталями) і невисока теплостійкість полімерів обмежують їхнє використання. Ці перешкоди вдалося подолати переходом до композиційних матеріалів [1].

Композиційний матеріал (композит) — це неоднорідний суцільний матеріал, що складається, як мінімум, з двох компонентів:

- 1) армуючих елементів, що забезпечують необхідні механічні характеристики матеріалу;
- 2) матриці, що забезпечує спільну роботу армуючих елементів.

Міцність композиту визначається співвідношенням властивостей армуючих елементів і матриці, а також міцністю зв'язку між ними. Працездатність матеріалу залежить від вибору початкових інгредієнтів і технології їх поєднання.

Особливістю композитів є відміна їхніх властивостей від адитивних властивостей полімеру і наповнювача [2].

Наповнення полімеру високодисперсними матеріалами характеризується виникненням граничного фазового шару – прошарку полімеру, властивості якого змінюються під дією поверхні наповнювача в порівнянні з властивостями полімеру в об'ємі. Властивості гетерогенних полімерних систем визначаються кількістю полімера, який знаходиться у міжфазному прошарку.