

УДК 594:656(0758)

**Л.П. КЛИМЕНКО, О.Ф. ПРИЩЕПОВ, В.И. АНДРЕЕВ, И.А. МАЛЮЧЕНКО**

*Николаевский государственный гуманитарный университет имени Петра Могилы,  
Украина*

## **ВЛИЯНИЕ РЕСУРСА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ НА ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ**

Приведены анализ влияния ресурса двигателя внутреннего сгорания на его экологические показатели, а также методика, позволяющая определять изменения вредных выбросов двигателя при увеличении его ресурса.

**двигатели внутреннего сгорания, поршни, цилиндры, поршневые кольца, технико-экономические показатели, капитальный ремонт, вредные выбросы, ресурс, экология, безопасность**

### **Введение**

В связи с постоянно растущим количеством транспортных средств проблема повышения экологической безопасности двигателей внутреннего сгорания в последние годы становится все более острой. Решение ее в значительной степени зависит от конструкторских и технологических мероприятий, направленных на повышение ресурса двигателя [1 – 5].

### **Формулирование проблемы**

Ресурс определяется как наработка изделия до предельного состояния, оговоренного в технической документации, и измеряется для автомобильных двигателей в километрах пробега, для тракторных, судовых, стационарных в моточасах. Предельное состояние двигателя может определяться его технико-экономическими и экологическими параметрами (мощность, удельный расход топлива, расход масла на угар, компрессия в цилиндрах, количество картерных газов, количество вредных выбросов, дымность выхлопных газов и т.п.) для каждого типа двигателя в технической документации оговаривается предельное значение этих параметров, при котором двигатель необходимо выводить из эксплуатации и производить ремонт с его частичной

разборкой (первая переборка) или полной разборкой (капитальный ремонт) [6]. При частичной разборке обычно производится ремонт навесных механизмов, замена поршневых колец, возможно поршней шатунных вкладышей деталей газораспределения (клапаны, седла, рычаги, коромысла, распредвал). При частичной разборке имеется возможность также заменять гильзы, или втулки цилиндров.

При капитальном ремонте производится полная разборка двигателя с расточкой цилиндров и перешлифовкой шеек коленчатого вала, заменой поршней и вкладышей ремонтных размеров [7].

Главной задачей конструкторов и производителей является общее повышение ресурса двигателя, а также доведение наработки каждой детали или узла до значений ресурса, при котором двигатель отправляют в капитальный ремонт [8].

На рис. 1 показан характер изменения технико-экологических параметров работы двигателя в зависимости от пробега.

В течение всего срока службы транспортного средства его двигатель подвергается нескольким ремонтам. Например, для двигателей ВАЗ первый ремонт осуществляется после пробега  $80 \div 100$  тыс. км и чаще ограничивается заменой поршневых колец, возможна замена также и шатунных вкладышей, так

как при этом не требуется полная разборка двигателя. В результате такого ремонта восстанавливаются технико-экономические и экологические показатели, однако, не до уровня параметров нового двигателя, потому что такие детали как блок цилиндров (втулка, гильза), поршень к этому моменту уже имеют износы и искажения формы. С новыми кольцами и шатунными вкладышами отремонтированный двигатель проходит еще 50 – 60 тыс. км, после чего необходимо проводить его капитальный ремонт с полной разборкой, включающей расточку или замену цилиндров двигателя, поршней, колец, пальцев, перешлифовку шеек коленчатого вала, а также замену вкладышей ремонтных размеров, замену или ремонт навесных механизмов и агрегатов, ремонт или замену приборов топливной аппаратуры и системы зажигания, ремонт или замену деталей механизма газораспределения.

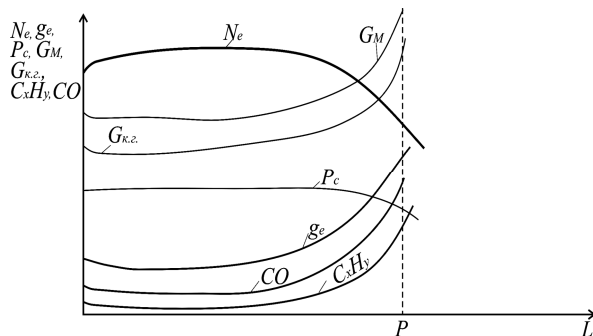


Рис. 1. Характер изменения технико-экономических и экологических параметров двигателя в зависимости от пробега:  $N_e$  – мощность двигателя;  $g_e$  – удельный расход топлива;  $G_M$  – расход масла на угар;  $P_c$  – компрессия в цилиндре;  $G_{к.г.}$  – количество картерных газов;  $CO$  – количество окиси углерода;  $C_xH_y$  – количество углеводородов;  $P$  – ресурс двигателя

После капитального ремонта технико-экономические и экологические параметры восстанавливаются, однако, не до уровня параметров нового двигателя. Объясняется это недостаточной точностью проведения обработки при расточке, хонингования, шлифования поверхностей деталей, а также более широкой шероховатостью поверхностей по сравне-

нию с состоянием деталей, которые обрабатывались на заводах-изготовителях. В результате пробег двигателя после капитального ремонта до второй переборки меньше, чем у нового двигателя до первой переборки и может составлять всего 60 – 80 тыс. км.

Однако, известны случаи, когда на двигатели ВАЗ устанавливались поршневые кольца импортного производства (Япония) и в этом случае ресурс двигателя увеличивается до 200 – 250 тыс. км.

Двигатели легковых автомобилей зарубежного производства, например, фирм Opel, Ford, BMW, 1985 – 1992 годов выпуска имеют наработку до первой переборки 200 – 250 тыс. км, а до капитального ремонта 400 – 500 тыс. км. А импортные двигатели более поздних годов выпуска еще более высокие показатели долговечности.

Объясняется это применением более качественных материалов по химическому составу, структуре, физико-механическим свойствам, применением современных методов термической обработки, нанесением покрытий, применением оборудования, повышающим точностью обработки и чистоты поверхности, использованием современных технологических процессов и методов обработки.

В качестве основной цели исследования ставится определение изменений выбросов вредных примесей в окружающую среду в результате повышения ресурса двигателя внутреннего сгорания.

### Решение проблемы

На рис. 2 показан характер изменения технических параметров (например, количество образующих картерных газов), и количество пробеговых вредных выбросов с выхлопными газами (например, углеводороды, г/км), двигателя ВАЗ с поршневыми кольцами российского производства и двигателя ВАЗ с поршневыми кольцами импортного производства (Япония).

Заштрихованная область показывает улучшение технических показателей и снижение вредных вы-

бросов в результате увеличения ресурса двигателя за счет применения новых материалов, технологий, методов обработки.

Пунктирной кривой можно охарактеризовать также техническое состояние двигателей зарубежных фирм годов выпуска 1986 – 1992 годов.

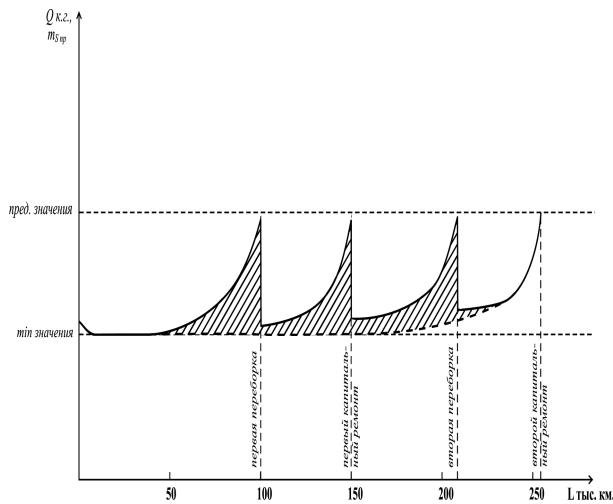


Рис. 2. Характер изменения технико-экологических показателей ВАЗ в зависимости от пробега:  
 ----- для двигателей с поршневыми кольцами российского производства; - - - - - для двигателей с поршневыми кольцами импортного производства (Япония)

На приведенной зависимости до первого ремонта и после каждого ремонта имеется участок, характеризующийся стабильными, технико-экономическими и экологическими показателями, практически это прямая линия. При повышении ресурса двигателя длина этой прямой увеличивается пропорционально увеличению ресурса.

На рис. 3 показаны кривые, характеризующие общее изменение пробегового выброса S-го загрязняющего вещества автомобильным двигателем в зависимости от пробега. Штриховой линией изображена кривая для двигателей с увеличенным ресурсом. На графиках введены следующие обозначения:  $L_{np}$  – пробег автомобиля, в течении которого происходит приработка деталей (обкатка);  $L_{уст}$ ,  $L'_{уст}$  – соответственно пробег автомобиля в установившихся, стабильными технико-экономически-

ми и экологическими параметрами для серийного двигателя и для двигателя с увеличенным ресурсом;

$P_{1\text{пер}}$ ,  $P'_{1\text{пер}}$  – соответственно пробег автомобиля до первой переборки серийного двигателя и для двигателя с увеличенным ресурсом;  $P_{кан}$ ,  $P'_{кан}$  – соответственно пробег автомобиля до капитального ремонта для серийного двигателя и для двигателя с увеличенным ресурсом.

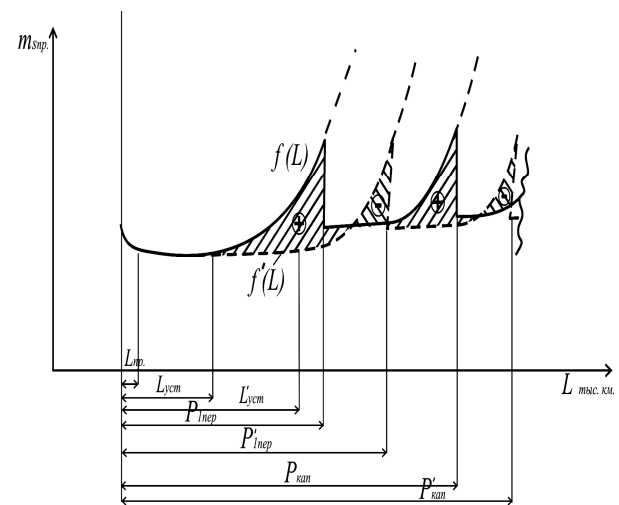


Рис. 3. Характер изменения пробегового выброса S-го загрязняющего вещества автомобильным двигателем в зависимости от пробега (штриховая линия – для двигателей с увеличенным ресурсом)

Обозначим кривую изменения пробегового выброса S-го загрязняющего вещества в зависимости от пробега для серийного двигателя как функцию  $M_{S_{np}} = f(L)$ , а для двигателя с увеличенным ресурсом  $M'_{S_{np}} = f'(L)$ . Тогда изменение пробегового выброса S-го загрязняющего вещества в результате повышения ресурса двигателя можно представить в виде

$$\Delta M_{S_{np}} = M_{S_{np}} - M'_{S_{np}} = f(L) - f'(L). \quad (1)$$

Анализ кривых изменения пробеговых выбросов S-го загрязняющего вещества, изображенный на рис. 3, показывает, что в результате повышения ресурса двигателя общее количество выбросов за весь период эксплуатации двигателя уменьшается

(заштрихованные площади на рис. 3 с «+» превышают площади с «-»).

Суммарное изменение (уменьшение) количества вредных выбросов  $S$ -го загрязняющего вещества за весь период эксплуатации двигателя в результате повышения его ресурса, можно представить в виде

$$\Sigma \Delta M_{S_{np}} = \int_{L_{уст}}^{P'_{кан}} [f(L) - f'(L)] dL. \quad (2)$$

### Выводы

Представленная методика определения количества вредных выбросов в окружающую среду в результате повышения ресурса двигателя позволяет оценивать эффективность проведения тех или иных конструктивных и технологических мероприятий по совершенству двигателей транспортных средств с целью повышения их экологической безопасности.

**Перспективы дальнейших исследований в данном направлении.** Дальнейшие исследования будут иметь четыре направления:

- 1) исследование влияния материалов (химического состава, структуры, механических свойств) основных деталей двигателей внутреннего сгорания транспортных средств на их экологические показатели;
- 2) исследование влияния термических или других упрочняющих обработок, а также покрытий основных деталей на экологические показатели двигателей внутреннего сгорания;
- 3) применение теории переменной износостойкости для повышения технико-экономических и экологических параметров двигателей при проектировании технологических процессов обработки деталей;
- 4) исследование влияния разработанных современных технологических процессов, установок и оборудования, применяемых при получении заготовок и обработки деталей, на экологические показатели работы транспортных двигателей.

### Литература

1. Луканин В.Н., Буслаев А.П., Трофименко Ю.В., Яшина М.В. Автотранспортные потоки и окружающая среда / Под ред. В.Н. Лукашина. – М.: ИНФРА, 1998 – 72 с.
2. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. – М.: Высш. шк., 2001 – 273 с.
3. Павлова Е.И. Экология транспорта. – М.: Транспорт, 2000 – 248 с.
4. Добровольский В.В. Екологічні знання: Навчальний посібник. – К., 2005. – 304 с.
5. Подольский В.П., Артюхов В.Г., Канишев А.Н. Автотранспортное загрязнение придорожных территорий. – Воронеж: Издательство ВГУ, 1999 – 57 с.
6. Звонов В.А. Образование загрязнений в процессах сгорания. – Луганск: Издательство Восточноукраинского государственного университета, 1998 – 35 с.
7. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 1. Теория рабочих процессов / Луканин В.Н., Морозов К.А., Хачиян А.С. и др.; Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высш. шк., 1995 – 328 с.
8. Прищепов О.Ф., Андреев В.І., Савіна О.Ю., Ревнюк В.П. Аналіз проблем при розрахунку екологічних параметрів транспортних засобів в залежності від їх технічного стану // Наукові праці. Науково-методичний журнал. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П. Могили, 2005. – Т. 41. Вип 28. Техногенна безпека. – С. 69 – 73.

Поступила в редакцию 31.05.2005

**Рецензенты:** д-р техн. наук, проф. С.С. Рижков, Национальный университет кораблестроения им. адмирала С.О. Макарова, Николаев; канд. техн. наук, доцент М.В. Донченко, Николаевский государственный гуманитарный университет им. Петра Могилы, Николаев.