



К вопросу применения нормативов планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта к современным автомобилям

М.Ф.Детлер, А.В. Криворотов, А.И. Недолужко, А.Ю. Парубец

Донской государственной технической университет, Ростов – на – Дону

Аннотация: Анализируются методы определения нормативов для планово-предупредительной системы ТО и ремонта, обнаружено, что действующие нормы существенно устарели и требуют пересмотра на федеральном уровне. Показано, что нормативы ТО и ремонта определенные по наработке для современных автомобилей должны быть пересмотрены в пользу нормативов определенных по их состоянию, что позволит вводить индивидуальные нормативы для каждого автомобиля с учетом условий эксплуатации и его технического состояния.

Ключевые слова: стратегия, метод, норматив, параметр, техническое обслуживание, ремонт, ремонтпригодность, пробег, надежность, эксплуатация.

В процессе эксплуатации автомобильной техники её техническое состояние изменяется. Динамика изменения технического состояния автомобиля в общем виде может быть определена зависимостью:

$$Y_t = [Y_n \rightarrow Y_1 \rightarrow Y_2 \rightarrow \dots Y_{п.д} \rightarrow Y_{п}] \quad (1)$$

где Y_n - начальное значение технического состояния, определяемое проектно-конструкторской документацией и качеством изготовления автомобиля; $Y_{п}$ - предельное значение технического состояния, превышение которого приводит к отказу автомобиля; $Y_{п.д}$ - предельно допустимое значение, предшествующее предельному, и требующее оперативного вмешательства по восстановлению технического состояния; Y_t - фактическое текущее техническое состояние. Изменение технического состояния при эксплуатации автомобиля в пределах $Y_n \leq Y_t = Y_{п}$ характеризует его ресурс. Нарботка автомобиля, при котором $Y_{п.д} \leq Y_t < Y_{п}$ свидетельствует о приближении отказа и необходимости принять меры по поддержанию его работоспособности. Для обеспечения работоспособности автомобилей и



парков на предприятиях автосервиса используют следующие виды воздействий:

- поддержание заданного уровня (интервала) работоспособности – различные виды технического обслуживания (ЕО, ТО-1, ТО-2 и др.);

- восстановление утраченной работоспособности – ремонт (ТР, СР, КР);

- комбинации ТО и ремонта. В настоящее время наиболее распространенные методы определения нормативов подразделяются [1–6]:

- на простейшие (метод аналогии по прототипу);

- аналитические, основанные на результатах наблюдений и основных закономерностях изменения технического состояния;

- имитационные, моделирующие случайные процессы.

Проанализируем некоторые из них. ТО проводится при достижении автомобилем определенной наработки или состояния [4]. При первой тактике на всех автомобилях, достигших определенной наработки ТО, проводятся регламентируемые документами профилактические работы, а параметры технического состояния доводятся до номинального или близкого к нему значения $Y_i \rightarrow Y_n(Y'_n)$.

При второй тактике определяется периодичность контроля, а техническое воздействие на автомобиль выполняется по потребности в зависимости от результатов контроля. Определение периодичности ТО по допустимому уровню безотказности основано на выборе такой рациональной периодичности, при которой вероятность отказа F элемента не превышает заранее заданной величины называемой риском.

Вероятность безотказной работы тогда определится зависимостью [7].

$$P_d \{X_i \geq l_0\} \geq R_d = \gamma, \text{ т.е. } l_0 = X_\gamma \quad (2)$$

где X_i - наработка на отказ; R_d – допустимая вероятность безотказной работы; $\gamma = 1 - F$; l_0 - периодичность ТО; X_γ - гамма-процентный ресурс.



Преимущества метода - простота и учет риска. Основной недостаток - неполное использование ресурса изделия, так как $l_0 \leq \bar{X}$, а Рд изделий имеет наработку на отказ $X > l_0$. Тактика технического обслуживания по состоянию предполагает разделение всех изделий автомобилей на две группы. Наработка на отказ первой группы приходится на очередной промежуток (от l_{TO} до $2l_{TO}$): $2l_{TO} > X \geq l_{TO}$. Такие изделия требуют контроля и выполнения работ по восстановлению номинального или близкого к нему значения параметров технического состояния $Y_i \rightarrow Y_n(Y'_n)$. Невыполнение этих работ приведет с вероятностью R_1 к отказу в интервале наработки $l_{TO} - 2l_{TO}$. Вторая группа изделий, имея потенциальную наработку на отказ $X \geq l_{TO}$, с вероятностью R могут безотказно проработать до очередного ТО. Поэтому для них достаточно ограничиться контролем (диагностикой) технического состояния, а техническое воздействие отложить до следующего обслуживания ($2l_{TO}$). К преимуществу метода можно отнести более полное использование потенциального ресурса конкретных изделий с учетом вариации изменения их фактического технического состояния. Недостатки: необходимость сложного диагностического оборудования. Попытки прямого учета экономических факторов при ТО и ремонте предложены в технико-экономическом методе [6]. Метод сводится к определению суммарных удельных затрат на ТО и ремонт и их минимизацию. При этом

рассматривается целевая функция
$$C_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n C_i = C_1 + C_2 \rightarrow \min$$
 где $C_1 = d/l$ – удельные затраты на ТО, $C_2 = c/L$ – удельные затраты на ремонт, d — стоимость выполнения операции ТО, c — разовые затраты на ремонт, l — периодичность ТО, L — ресурс до ремонта. Минимальным затратам



соответствует оптимальная периодичность технического обслуживания l_0 . Преимуществами технико-экономического метода являются простота и универсальность. К недостаткам метода следует отнести невозможность учета вариации всех показателей и отсутствие гарантии определенного уровня безотказности. Экономико-вероятностный метод учитывает экономические и вероятностные факторы, а также позволяет сравнивать различные стратегии и тактики поддержания и восстановления работоспособности автомобиля [4,5]. К преимуществам метода следует отнести более полное использование потенциального ресурса изделия. К недостаткам – рост стоимости контрольно-диагностических операций. В действующей системе ТО и ремонта расчетные периодичности, трудоемкость и простои устанавливаются на основании документов [12-13], которые могут уточняться по сервисным книжкам и технологическим картам ТО и ремонта конкретных моделей автомобилей. Расчетные периодичности ТО, определенные различными методами, зачастую имеют значительные расхождения [14-15]. Такое их различие приводит к формальному использованию рядом сервисных предприятий нормативной базы и, как следствие, к завышению стоимости работ. Существующий подход к определению нормативов [3, 8-11] путем введения средних (эталонных) значений (см. формулу 3) с последующей их корректировкой коэффициентами не всегда оправдан и недостаточно точен

$$N_p = N_э \cdot K_1 \cdot K_2 \cdots K_n = K_p N_э \quad (3)$$

где K_1 - K_n – коэффициенты корректирования; K_p - результирующий коэффициент корректирования; $N_э$ - норматив для эталонных условий.

Проведенные нами исследования показали, что большинство существующих нормативов и стратегий обеспечения работоспособности к



настоящему времени устарели и должны быть пересмотрены на федеральном уровне. В пользу такого пересмотра можно привести следующие факторы:

- на ПАС, обслуживающих индивидуальных владельцев, применение существующей планово- предупредительной системы (ППС) ТО и ремонта нецелесообразно. Кроме того до настоящего времени не разработаны регламентирующие документы о порядке проведения ТО и ремонта автомобилей индивидуального пользования;

- многообразии факторов, влияющих на изменение технического состояния конкретного автомобиля, требуют индивидуального подхода к нормативам его ТО и ремонта. При этом стратегию с диагностикой параметров технического состояния автомобиля, направленной на раннее обнаружение неисправностей и их своевременное устранение следует считать наиболее предпочтительной;

- обеспечение современных автомобилей приборами бортового диагностирования (электронного сканирования), компьютерными системами управления и контроля над рабочими процессами двигателей, что позволяет в непрерывном режиме отслеживать техническое состояние агрегатов и корректировать параметры их работы в сторону оптимальных значений;

- целесообразность совмещения операций диагностики с операциями ТО, общая трудоемкость которых составит $T_{\Sigma} = T_{ТО-1} + T_{Д-1}$ где $T_{ТО-1}$ - трудоемкость операций ТО-1, $T_{Д-1}$ - трудоемкость операций диагностики;

- использование материалов и изделий, вероятность отказа которых за заданную наработку ничтожно мала (резервирование, повышение надежности элементов конструкции, применение технологий самовосстановления изделий);

- улучшение ремонтпригодности автомобилей, что позволяет перейти к ремонту ряда агрегатов без снятия их с автомобиля.



Таким образом, усложнение конструкции современных автомобилей, повышение эксплуатационных и экологических требований, рост стоимости их изготовления и затрат на ТО и ремонт требует введения новых нормативов и перехода к стратегии технического обслуживания и ремонта автомобиля по фактическому его состоянию.

Литература

1. Вишневецкий Ю. Т. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автомобилей. М.: Дашков и К°, 2006. 380 с.
2. Власов В.М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. М.: «Академия», 2003. 480 с.
3. Васильев В.И., Жаров, С.П. Совершенствование методики корректирования нормативов управления эксплуатацией подвижного состава предприятий автомобильного транспорта региональных транспортных систем. Современные проблемы науки и образования. 2012. №6. с. 7-9.
4. Кузнецов Е.С., Болдин А.П., Власов В.М и др. Техническая эксплуатация автомобилей. М.: Наука, 2001. 535 с.
5. Кузнецов, Е.С. Состояние и тенденции развития технической эксплуатации и сервиса автомобилей в России. М.: Информавтотранс, 2000. 46 с.
6. В.Е. Касьянов Метод обеспечения абсолютной безотказности деталей и машин и расчет увеличения их цены// Инженерный вестник Дона, 2015, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/3498
7. Лейфер Л.А., Кашникова П.М. Определение остаточного срока службы машин и оборудования на основе вероятностных моделей. М.: журнал "Имущественные отношения в Российской федерации". 2008. №7. с. 3-10.
8. Недолужко А.И, Недолужко А.А. Технические средства предприятий сервиса. Ростов – на- Дону.: ЮРГУЭС. 2006. 36с.



9. Недолужко А.И, Недолужко А.А. Технические средства и оборудование для проведения сервисного обслуживания автомобильного транспорта. Ростов – на- Дону. ЮРГУЭС. 2009. 104с.

10. Недолужко А.И, Недолужко А.А. Технологические процессы в сервисе. Ростов – на- Дону. ЮРГУЭС. 2009. 124с.

11. В.А. Морозов, О.Н. Морозова Совершенствование эффективности и экологичности двигателей внутреннего сгорания// Инженерный вестник Дона, 2016, №1. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/350312.

12. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. М.: Минтранс РСФСР,1984. 69с.

13. Taghipour, S. Optimum inspection interval for a system under periodic and opportunistic inspections S. Taghipour, D. Banjevic // Iie Transactions. – 2012. – Vol. 44. – № 11. – pp. 932-948

14. Kardon, B. Incorporating overall probability of system failure into a preventive maintenance model for a serial system B. Kardon, L.D. Fredendall // Journal of Quality in Maintenance Engineering. – 2002. – Volume 8, Number 4. – pp. 331-345.

References

1. Vishneveckij Ju. T. Tehnicheskaja jekspluatacija, obsluzhivanie i remont avtomobilej. [Technical operation, maintenance and repair of motor vehicles]. М.: Dashkov i K°, 2006. 380 p.

2. Vlasov V.M. Tehnicheskoe obsluzhivanie i remont avtomobilej [Maintenance and repair of motor vehicles]. М.: «Akademija», 2003. 480 p.

3. Vasil'ev V.I., Zharov, S.P. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2012. №6. pp. 7-9.

4. Kuznecov E.S., Boldin A.P., Vlasov V.M i dr. М.: Nauka, 2001. 535 p.



5. Kuznecov, E.S. Sostojanie i tendencii razvitija tehnicheckoj jekspluatacii i servisa avtomobilej v Rossii [Status and trends of development technical operation and service of cars in Russia]. M.: Informavtotrans, 2000. 46 p.

6. Kas'janov V.E. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2015/3498/.

7. Lejfer L.A., Kashnikova P.M M.: zhurnal "Imushhestvennye otnoshenija v Rossijskoj federacii". 2008. №7. p. 3.

8. Nedoluzhko A.I, Nedoluzhko A.A. Rostov-na-Donu.: JuRGUJeS. 2006. 36p.

9. Nedoluzhko A.I, Nedoluzhko A.A. Rostov-na- Donu.: JuRGUJeS. 2009. 104p.

10. Nedoluzhko A.I, Nedoluzhko A.A. Rostov- na-Donu.: JuRGUJeS. 2009. 124p.

11. V.A. Morozov, O.N. Morozova Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2016, №1. URL: Ivdon.ru/rumagazine/archiven1y2016/350312/.

12. Polozhenie o tehnicheckom obsluzhivanii i remonte podvizhnogo sostava avtomobil'nogo transporta [The regulations on technical maintenance and repair of rolling stock of automobile transport]. M.: MintransRSFSR, 1984. 69 p.

13. Taghipour, S. Iie Transactions. 2012. Vol. 44. № 11. pp. 932-948.

14. Kardon, B. Journal of Quality in Maintenance Engineering. 2002. Volume 8, Number 4. pp. 331-345.