

Разработка алгоритма оптимизации гибких технологических маршрутов при ремонте агрегатов автомобилей по фактическому техническому состоянию

В.В. Попцов

Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень

Аннотация: В данной статье представлены краткие сведения о системе ремонта автомобилей по техническому состоянию. Обоснована актуальность поставленной задачи. Приводится методика оптимизации состава комплексов ремонтных работ в виде алгоритма итерационного процесса оптимизации. Определены критерии оптимизации для данной партии агрегатов автомобилей. Указаны основные направления дальнейших исследований по совершенствованию технологических процессов ремонта по фактическому техническому состоянию.

Ключевые слова: ремонт по фактическому техническому состоянию, комплекс ремонтных работ, предремонтное диагностирование, оптимизация, таксономическое поле, таксон, кластер.

Ремонт агрегатов автомобиля по фактическому техническому состоянию является плановым видом технических воздействий. При этом источником информации о необходимости постановки агрегата в ремонт являются результаты предремонтного диагностирования, по которым формируются необходимые объёмы технических воздействий и количество технологических маршрутов [1,2].

В этом случае первым необходимым условием кластеризации опытной партии двигателей является однотипность конструкции и технических характеристик, заложенных заводом-изготовителем. Второе условие – каждый кластер должен объединять группу двигателей, имеющих одинаковые значения диагностических параметров, которые определяют техническое состояние двигателя.

Все агрегаты автомобиля, направленные на ремонтное предприятие должны иметь статистические данные о пробеге с начала эксплуатации, проводимые ремонтные работы по отдельным узлам, что является

основанием для формирования первичной информации о партии двигателей, направленных в ремонт по фактическому техническому состоянию.

На основании полученной информации об опытной партии агрегатов автомобилей можно произвести их первоначальную классификацию на группы индивидуальных ремонтных работ [3,4].

Использование технологий ремонта двигателей по фактическому техническому состоянию можно оперативно управлять процессом создания новых комплексов ремонтных работ, а также корректировать их объём и количественный состав. На основании этого можно утверждать об актуальности проводимых исследований [5,6,7].

Алгоритм оптимизации количества технологических маршрутов нельзя формально описать какой-либо математической моделью, поэтому необходимо выполнить последовательно следующие действия.

Во-первых, составление массива исходных данных, который содержит сведения о значениях диагностических параметров исследуемой партии двигателей.

Далее, на основании статистической информации, полученной при предремонтном диагностировании, определяется закон распределения каждого диагностического параметра по конкретному агрегату (двигателю) с учётом его наработки с начала эксплуатации. Полученная информация должна содержать сведения о значениях среднеквадратического отклонения и математического ожидания [8]. На основании этих данных производится нормирование значений диагностических параметров по формуле:

$$x_{ij}^H = \frac{x_{ij} - \bar{x}_{ij}}{\delta_{xij}} \quad (1)$$

Разбиение партии двигателей на кластеры, то есть принадлежность их к определенному технологическому маршруту, выполняется с использованием формулы [9,10,11]:

$$d_H(X_i, X_j) = \sum_{s=1}^p v_1 |x_i^{(s)} - x_j^{(s)}| \quad (2)$$

Это позволит выделить определённое количество кластеров, которые объединяют двигатели с одинаковыми неисправностями и имеют одинаковые значения контролируемых диагностических параметров.

На следующем этапе реализации предложенного алгоритма следует решить систему уравнений, которая позволит разделить всё пространство значений параметров технического состояния двигателей на конечное число классов, которое соответствует количеству технологических маршрутов:

$$F(X) = \lambda_1 x_1 + \lambda_2 x_2 + \dots + \lambda_N x_N = \sum_{i=1}^N \lambda_i x_i \quad (3)$$

$$F(X) = \lambda_1 f_1(X) + \lambda_2 f_2(X) + \dots + \lambda_N f_N(X) = F(Y) = \sum_{i=1}^N \lambda_i x_i \quad (4)$$

Конечным этапом алгоритма является стоимостная оценка каждого из полученных кластеров:

$$C_k = \sum_{k=1}^K \left(\sum_{i=1}^N (C_i^{\text{кд}} + C_i^{\text{изл}} + C_i^{\text{пп}}) + C_k^{\text{орг}} \right), \quad (5)$$

где $C_i^{\text{кд}}$ - стоимость контрольно-диагностических операций по каждому двигателю,

$C_i^{\text{изл}}$ и $C_i^{\text{нд}}$ - затраты, связанные с выполнением лишних работ от не установленных дефектов;

$C_k^{\text{орг}}$ - суммарные затраты на приобретение необходимого технологического оборудования и организационной оснастки по k-му комплексу ремонтных работ.

Полученные значения стоимостных характеристик технологических маршрутов следует сохранить в отдельной базе данных для последующих оптимизационных расчётов.

В качестве критерия оптимизации выбирается минимизация затрат на создание определённого количества технологических маршрутов по ремонту двигателей.

В том случае, когда суммарные затраты на определённое количество технологических маршрутов достигнут минимального значения, процесс оптимизации можно считать законченным.

Использование данного алгоритма позволит, в конечном результате, сформировать оптимальное количество комплексов ремонтных работ.

Разработанный алгоритм позволит специалистам в области программирования составить программу компьютерную программу для реализации методики, что является перспективой продолжения представленных исследований.

Литература

1. Cornak Stefan. Selected Methods of Vehicles Maintenance in Operation Stage // Machines, Technologies, Materials, – Issue 2-3. – Scientific-Technical Union of Mechanical Engineering, Bulgaria, 2007. – pp. 14-16.

2. Dong, Dawei W. Neural Networks for Engine Fault Diagnostics / Dawei W. Dong, John J. Hopfield, K.P. Unnikrishnan. – Pasadena, CA 91125, Computation and Neural Systems California Institute of Technology, 1997. – pp. 635 – 644.

3. Дехтеринский, Л.В., Зорин В.А. Ремонт автомобилей и общие закономерности, определяющие эффективность его применения // Проблемы индустриального ремонта автомобилей и дорожных машин – М.: МАДИ, 1996. – с. 116-121.



4. Барзилович, Е.Ю., Воскобоев В.Ф. Эксплуатация авиационных систем по состоянию – М.: Транспорт, 1981. – 197 с.

5. Карагодин, В.И., Красовский В.Н., Скрипников С.А. Использование информационных технологий при централизованном ремонте автомобильных двигателей по техническому состоянию // Проблемы создания информационных технологий. – Минск: МАИТ, 1999. – С. 81-90.

6. Попцов, В.В. Применение технологий централизованного ремонта агрегатов автомобилей по техническому состоянию в условиях мелкосерийного производства: дисс. ... канд. техн. наук – Тюмень, 2002. – 153 с.

7. Захаров Н.С. Программа «REGRESS». Руководство пользователя – Тюмень: ТюмГНГУ, 1999. – 52 с.

8. Пермяков В.Н., Новоселов О.А., Макарова А.Н. Моделирование закономерностей распределения наработок на отказ бульдозеров при строительстве оснований для нефтегазовых объектов // Инженерный вестник Дона. – 2014. – №2. – URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2435.

9. Классификация и кластер / Под ред. Дж. Вэн Райзина. (Пер. с англ.). М.: Мир, 1980, - 389 с

10. Захаров Н.С., Текутьев Л.А. Информационное обеспечение системы контроля индекса клиентской лояльности // Инженерный вестник Дона. – 2014. – №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2506.

References

1. Cornak Stefan. Selected Methods of Vehicles Maintenance in Operation Stage. Machines, Technologies, Materials, Issue 2-3. Scientific-Technical Union of Mechanical Engineering, Bulgaria, 2007. pp. 14-16.

2. Dong, Dawei W. Neural Networks for Engine Fault Diagnostics Dawei W. Dong, John J. Hopfield, K.P. Unnikrishnan. Pasadena, CA 91125, Computation and Neural Systems California Institute of Technology, 1997. pp. 635 – 644.
3. L.V. Dehterinskij, V.A. Zorin. Problemy industrial'nogo remonta avtomobilej i dorozhnyh mashin. M.: MADI, 1996, pp. 116-121.
4. E.Ju. Barzilovich, V.F. Voskoboev. Jekspluatacija aviacionnyh sistem po sostojaniju [Operation of aviation systems as] M.: Transport, 1981, 197 p.
5. V.I. Karagodin, V.N. Krasovskij, S.A. Skripnikov. Problemy sozdanija informacionnyh tehnologij. Minsk: MAIT, 1999, pp. 81-90.
6. Popcov, V.V. Primenenie tehnologij centralizovannogo remonta agregatov avtomobilej po tehničeskomu sostojaniju v uslovijah melkoserijnogo proizvodstva [The use of technology centralized maintenance units of the car on a technical condition in the small-scale production]: diss. ... kand. tehn. nauk Tjumen', 2002, 153 p.
7. Zaharov N.S. Programma «REGRESS». Rukovodstvo pol'zovatelja [The program "REGRESS". User manual] Tjumen': TjumGNGU, 1999. 52 p.
8. V.N. Permjakov, O.A. Novoselov, A.N. Makarova. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2435.
9. Klassifikacija i klaster [Classification and cluster] Pod red. Dzh. Vjen Rajzina. (Per. s angl.). M.: Mir, 1980, 389 p.
10. Zaharov N.S., Tekut'ev L.A. Inženernyj vestnik Dona, 2014. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2506.