

УДК 656.13

**И. Ф. Воронина, канд. техн. наук, Ф. М. Судак, канд. техн. наук,
Ф. В. Молозин, Е. С. Силко**

**Автомобильно-дорожный институт
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка**

КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Для поддержания подвижного состава автомобильного транспорта в технически исправном состоянии в условиях низких температур необходимо осуществлять постоянную систему контроля. При использовании планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта транспортных средств особое внимание уделяется диагностированию и прогнозированию.

***Ключевые слова:** техническое обслуживание и ремонт автомобиля: планово-предупредительная система, контроль технического состояния, сезонная составляющая, аддитивная модель сезонности, коэффициент сезонности*

Введение

Северные регионы России являются основой экономики страны и поставщиком различных природных ресурсов, где осуществляется их добыча, обработка и транспортировка. Для выполнения процесса перевозки необходимо обеспечить заданный уровень эксплуатационной надежности транспортных средств. Немаловажную роль в этом играет осуществление контроля технического состояния подвижного состава.

Анализ публикаций

Основные разработки, учитывающие влияние переменного характера условий эксплуатации автомобилей на результативность транспортного процесса, начиная от количественных характеристик приспособленности и заканчивая рядом методик, проверенных на практике, представлены в работах Д. П. Великанова [1], Н. С. Захарова [2], С. А. Эртмана [3] и др. Но до конца не решена проблема прогнозирования времени до отказа и вероятности единичного или множественного отказа автомобиля вследствие неисправностей.

Цель исследования

Разработка методики осуществления технического контроля автомобилей, эксплуатирующихся в условиях низких температур для их поддержания в технически исправном состоянии.

Методика и результаты исследования

Для обеспечения заданного уровня эксплуатационной надежности в условиях низких температур транспортных средств на АТП должна действовать непрерывная система контроля параметров технического состояния (ТС).

В структуре системы технической эксплуатации подвижного состава (ТЭ ПС) (рисунок 1) технический контроль подвижного состава (ПС) – основной источник информации, необходимой для обеспечения качества работ и эффективного управления производством технического обслуживания и ремонта автомобилей (ТО и Р) [4].

Подобные структуры при планово-предупредительной системе ТО и Р автомобилей и значительной вариации их ресурсов обеспечивают возможность получения достаточно до-

стоверной и оперативной информации о техническом состоянии каждого автомобиля – основы оптимизации алгоритма технических и организационных мероприятий ТЭ ПС.



Рисунок 1 – Схема функциональная производственной структуры систем ТЭ с обратной связью

Согласно схеме, контроль технического состояния – один из видов работ технического обслуживания и ремонта автомобилей и является составной частью общего процесса технических воздействий (ЭО, ТО-1, ТО-2, ТР), представляя собой процесс определения (распознавания) технического состояния элементов автомобиля с целью последующего выполнения технических воздействий и приведения числовых фактических значений параметров к номинальному (допустимому) состоянию.

Таким образом, технический контроль является «слеющим устройством», выдающим оперативную информацию в управляющие органы производственно-технической службы.

Согласно схеме (рисунок 1), исходные данные, вводимые в управляющую систему, представляются в виде необходимости выполнения различных видов плановых (ТО и ТР), либо выполнения внеплановых технических воздействий, установленных согласно анализу текущей информации о техническом состоянии автомобиля (износ шин колес, расход горючего и других эксплуатационных материалов) и диагностической информации.

Управляющая система (начальник производства, механик, бригадиры) формируют и принимают решение о необходимости технических воздействий по каждому конкретному автомобилю. В производственном процессе (в зоне ТО и Р) реализуется принятое в управляющей системе решение. Результативность выполнения технических воздействий оценивается в подсистеме обратной связи (система сравнения и оценки состояния объектов управления) путем сравнения фактического значения параметра (полезного результата) с критерием (нормативом). Если полученный результат соответствует нормативу, то автомобиль относится к числу работоспособных и направляется в линейную (коммерческую) эксплуатацию. При несоответствии полученного результата критерию автомобиль подвергается повторным техническим воздействиям.

Согласно [4] полный цикл контроля состояния машины включает в себя пять этапов:

- обнаружение отклонения в поведении машины;

- выявление неисправностей и их причин;
- прогнозирование развития неисправностей;
- принятие рекомендаций по корректирующим действиям;
- анализ состояния после остановки машины.

Если диагностирование по своей природе ретроспективно, т. е. основывается на имеющихся данных в конкретный момент времени, то прогнозирование имеет дело с данными в будущем и должно учитывать, кроме всего прочего, влияние операций по техническому обслуживанию и условия работы машины.

Общее понятие о контроле состояния машин, формирующее основу для процедур прогнозирования и определяющее необходимые исходные данные для этой процедуры, дано в [5]. Для прогнозирования может потребоваться сбор документированных данных, включающих, согласно [6] в том числе и влияние операций по техническому обслуживанию и условий работы машины.

Для автомобилей, эксплуатирующихся в условиях низких температур, целесообразно для прогнозирования использовать многофакторный анализ, т. к. он включает в себя одно-временное использование соответствующих данных одной системы мониторинга. Такой способ анализа предпочтителен при прогнозировании технического состояния, поскольку позволяет не только наблюдать отдельные контролируемые параметры, но и сопоставлять их изменения.

Среди множества моделей прогнозирования необходимо выбрать те, которые учитывают сезонную компоненту. Это такие модели как Аддитивная модель сезонности Тейла – Вейджа [7]. Перед использованием аддитивной модели члены анализируемого временного ряда обычно заменяют их логарифмами, преобразуя экспоненциальную тенденцию в линейную, а мультипликативную сезонность – в аддитивную. Преимущество аддитивной модели заключается в относительной простоте ее вычислительной реализации. Рассмотрим модель вида (в предположении, что исходные данные прологарифмированы):

$$\begin{aligned}x_r &= a_0(\tau) + \omega_\tau + \delta_\tau, \\ a_0(\tau) &= a_0(\tau - 1) + a_1(\tau),\end{aligned}\tag{1}$$

где $a_0(\tau)$ – уровень процесса после элиминирования сезонных колебаний;

$a_1(\tau)$ – аддитивный коэффициент роста;

ω_τ – аддитивный коэффициент сезонности;

δ_τ – белый шум.

Прогноз, сделанный в момент t на l временных тактов вперед, подсчитывается по формуле:

$$\hat{x}_t^l = \hat{a}_0(t) + l\hat{a}_1(t) + \hat{\omega}_{t-N+l},\tag{2}$$

где коэффициенты \hat{a}_0 , \hat{a}_1 и $\hat{\omega}$ вычисляются рекуррентным образом с помощью следующих формул обновления:

$$\begin{aligned}\hat{a}_0(\tau) &= \hat{a}_0(\tau - 1) + \hat{a}_1(\tau - 1) + \lambda_1 [x_\tau - \hat{x}_{\tau-1}^1]; \\ \hat{a}_1(\tau) &= \hat{a}_1(\tau - 1) + \lambda_1 \lambda_2 [x_\tau - \hat{x}_{\tau-1}^1]; \\ \hat{\omega}_\tau &= \hat{\omega}_{\tau-N} + (1 - \lambda_1) \lambda_3 [x_\tau - \hat{x}_{\tau-1}^1].\end{aligned}\tag{3}$$

В этих соотношениях, как и прежде, N – число временных тактов, содержащихся в полном сезонном цикле, а λ_1 , λ_2 и λ_3 – параметры адаптации.

Выводы

Разработка методики осуществления технического контроля автомобилей, эксплуатирующихся в условиях низких температур для их поддержания в технически исправном состоянии основывается на методике прогнозирования вероятности единичного или множественного отказа вследствие неисправности, после проведенного диагностирования. Так, для выполнения прогнозирования предлагается использовать Аддитивную модель сезонности Тейла – Вейджа ввиду ее относительной простоты и вычислительной реализации.

Список литературы

1. Великанов, Д. П. Соответствие конструкций автомобилей климатическим условиям эксплуатации / Д. П. Великанов // Автомобильный транспорт. – 1955. – № 1. – 25 с.
2. Захаров, Н. С. Оценка значимости сезонных изменений факторов условий эксплуатации / Н. С. Захаров, Л. В. Бачинин, А. В. Вознесенский // Эксплуатация и обслуживание транспортно-технологических машин : Межвузовский сборник научных трудов. – Тюмень, 2003. – Вып. 1. – С. 88–91.
3. Эртман, С. А. Приспособленность автомобилей к зимним условиям эксплуатации по температурному режиму двигателей : специальность 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / С. А. Эртман ; Тюменский государственный нефтегазовый университет. – Тюмень, 2004. – 19 с.
4. Волков, В. П. Сучасний підхід до контролю технічного стану рухомого складу в підприємствах автомобільного транспорту / В. П. Волков, Є. О. Комов // Вісник ЖДТУ. Серія «Технічні науки». – 2010. – Т. 2, № 2(53). – С. 26–29.
5. ГОСТ Р ИСО 17359–2015. Контроль состояния и диагностика машин. Общее руководство : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2015 г. № 1581-ст. : взамен ГОСТ Р ИСО 17359–2009 : подготовлен АО «НИЦ КД». – Москва : Стандартиформ, 2019. – 32 с.
6. ГОСТ Р ИСО 13381-1-2016. Контроль состояния и диагностика машин. Прогнозирование технического состояния. Часть 1. Общее руководство : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 24 ноября 2016 г. № 1770-ст. : взамен ГОСТ Р ИСО 13381-1–2011 : подготовлен АО «НИЦ КД». – Москва : Стандартиформ, 2019. – 24 с.
7. Айвазян, С. А. Прикладная статистика и основы эконометрии / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – Москва : ЮНИТИ, 1998. – 465 с. – ISBN 5-238-00013-8.

И. Ф. Воронина, Ф. М. Судак, Ф. В. Молозин, Е. С. Силко
Автомобильно-дорожный институт

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

Контроль параметров технического состояния автомобилей при их эксплуатации в условиях низких температур

Для поддержания подвижного состава автомобильного транспорта в технически исправном состоянии в условиях низких температур необходимо осуществлять постоянную систему контроля. При использовании планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта транспортных средств особое внимание уделяется диагностированию и прогнозированию.

Технический контроль является «слеющим устройством», выдающим оперативную информацию в управляющие органы производственно-технической службы.

Для автомобилей, эксплуатирующихся в условиях низких температур, целесообразно для прогнозирования использовать многофакторный анализ, т. к. он включает в себя одновременное использование соответствующих данных одной системы мониторинга.

После проведения соответствующего анализа был сделан вывод, что для прогнозирования технического состояния транспортных средств с целью осуществления технического контроля, необходимо использовать Аддитивную модель сезонности Тейла – Вейджа ввиду ее относительной простоты и вычислительной реализации.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЯ: ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА, КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ, СЕЗОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ, АДДИТИВНАЯ МОДЕЛЬ СЕЗОННОСТИ, КОЭФФИЦИЕНТ СЕЗОННОСТИ

I. F. Voronina, F. M. Sudak, F. V. Molozin, E. S. Silko
Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka
**Monitoring the Technical Condition Parameters of the Vehicles During Their Operation
at Low Temperatures**

In order to maintain the rolling stock in technically sound condition at low temperatures, it is necessary to implement a permanent monitoring system. When using the planned preventive maintenance and repair system of vehicles, special attention is paid to the diagnostics and forecasting.

The technical control is a «tracking device» that provides operational information to the governing bodies of the production and technical service.

For vehicles operating at low temperatures, it is advisable to use multivariate analysis for forecasting, since it involves the simultaneous use of relevant data from one monitoring system.

After carrying out the corresponding analysis, it was concluded that in order to predict the technical condition of vehicles in order to carry out technical control, it is necessary to use an Additive Theil – Wage model of the seasonality due to its relative simplicity and computational implementation.

VEHICLE MAINTENANCE AND REPAIR: PLANNING AND PREVENTION SYSTEM, TECHNICAL CONDITION CONTROL, SEASONAL COMPONENT, ADDITIVE SEASONALITY MODEL, SEASONALITY COEFFICIENT

Сведения об авторах:

И. Ф. Воронина

Телефон: +7 (949) 425-11-65
Эл. почта: voronina.adi@mail.ru

Ф. М. Судак

Телефон: +7 (85642) 2-40-40
Эл. почта: fmsudak@mail.ru

Ф. В. Молозин

Эл. почта: molozin88@mail.ru

Е. С. Силко

Эл. почта: silko.egor@gmail.com

Статья поступила 27.02.2023

© И. Ф. Воронина, Ф. М. Судак, Ф. В. Молозин, Е. С. Силко, 2023

Рецензент: В. В. Быков, канд. техн. наук, доц., АДИ ГОУВПО «ДОННТУ»