

УДК 630.383

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, РЕМОНТА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Бурмистров В.А., Король С.А., Арутюнян А.Ю.

ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет»,
Ухта, e-mail: chonochka@mail.ru

Успешное выполнение работ по техническому обслуживанию и ремонту лесных машин с минимальными затратами труда, энергии и материалов во многом зависит от того, насколько хорошо продуманы и отработаны в исходном образце машины возможности смены и возобновления недолговечных элементов. Однако основой действующих систем технического обслуживания и ремонта машин являются многочисленные практические данные о поведении машин в процессе их использования, а не теоретический анализ конструкций машин и систематизированные данные исследования их износов – не теория поведения машин в условиях потребления, не закономерности изменения исходных параметров машин по мере их использования. В статье рассматривается корректирование режимов технического обслуживания лесовозных автопоездов, проводится уточнение перечня операций технического обслуживания, периодичность их выполнения с целью достижения режимов, оптимальных для данных условий эксплуатации.

Ключевые слова: автомобиль, автопоезд, ремонт, обслуживание, эксплуатация, операции, задача, надежность

THE QUESTION OF IMPROVING MAINTENANCE ORGANIZATIONS, REPAIR AND MAINTENANCE OF MACHINES FOR TIMBER TRANSPORTATION

Burmistrov V.A., Korol S.A., Arutyunyan A.Y.

FGBOU VPO «Ukhta State Technical University», Ukhta, e-mail: chonochka@mail.ru

Successful completion of maintenance and repair of forest machinery with minimal labor, energy and materials depends largely on how well thought out and worked out in the original sample machines and the possibility of changing the resumption of short-lived elements. However, the basis of existing systems, maintenance and repair of machines are numerous practical details of the behavior of vehicles during their use, rather than a theoretical analysis of the machine and systematic research data they wear – not the theory of the behavior of machines in terms of consumption patterns do not change the initial parameters as the machines their use. The article discusses the adaptation of the maintenance mode of logging trucks, carried update the list of maintenance operations, the frequency of their implementation in order to achieve optimum operating conditions for these conditions.

Keywords: the car, trailer, repair, maintenance, operation, operations, task, reliability

Корректирование режимов технического обслуживания лесовозных автопоездов заключается в уточнении перечня операций технического обслуживания и периодичности их выполнения с целью достижения режимов, оптимальных для данных условий эксплуатации.

Под оптимальным режимом технического обслуживания (ТО) автомобиля понимается периодичность и перечень выполняемых операций, при которых обеспечивается не только требуемая надежность автомобиля в эксплуатации, но и минимальные затраты на техническое обслуживание и ремонт автомобиля, приходящиеся на единицу пробега или транспортной работы. В связи с этим при корректировании режимов необходимо совместно рассматривать как удельные приведенные затраты на техническое обслуживание и ремонт автомобилей, так и показатели надёжности. Следовательно, рассматриваемая задача состоит в определении численных значений перечня операций ТО и периодичности их обслуживания, при

которых обеспечивается заданный при минимальных затратах на техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Решение этой задачи удобно производить с помощью методов математического моделирования. Для этого строится математическая модель зависимостей суммарных удельных приведенных затрат на техническое обслуживание и ремонт от величин периодичностей и перечней операций ТО.

С помощью построенной модели отыскиваются значения периодичностей и перечней, при которых указанные затраты минимальны.

К узлам и системам автомобиля предъявляются определенные требования к показателям надежности. Эти показатели зависят от многих факторов, в том числе от режимов ТО. Поэтому при расчете режимов необходимо совместно учитывать не только затраты, но и показатели надежности.

Требования к показателям надежности можно представить в виде ограничений, накладываемых на критерий оптимизации.

В этом случае задачу уточнения перечня операции ТО и периодичности их выполнения можно сформулировать следующим образом:

определить значения l_o и t_n , при которых

$$C_{уд} = f(l, t) \rightarrow \min, \quad (1)$$

при условии

$$\begin{aligned} P_1 &= \varphi_1(l, t) = \overline{P}_1; \\ P_2 &= \varphi_2(l, t) = \overline{P}_2; \\ &\dots \dots \dots \dots; \\ P_n &= \varphi_n(l, t) = \overline{P}_n, \end{aligned} \quad (2)$$

где l_o, t_o – соответственно оптимальные периодичности и объем работ технического обслуживания; $C_{уд}$ – суммарные удельные приведенные затраты на ТО и ремонт автомобилей; P_1, P_2, \dots, P_n – показатели надежности, подлежащие учету при корректировании периодичности и объема работ; $\varphi_1(l, t), \varphi_2(l, t), \dots, \varphi_n(l, t)$ – зависимости показателей надежности от режимов ТО; $\overline{P}_1, \overline{P}_2, \dots, \overline{P}_n$ – нормативные значения показателей надежности, которые нужно обеспечить при корректировании режимов ТО.

Практическое использование целевой функции (1) представляет собой большую трудность вследствие того, что величина $C_{уд}$ одновременно зависит как от периодичности, так и от объема работ, то есть является функцией двух переменных, которые в свою очередь находятся в сложной зависимости.

Задача усложняется тем, что автомобиль в целом является сложной технической системой, состоящей из множества подсистем и элементов. Требования к надежности различных подсистем и элементов неодинаковы, различны также показатели надежности, которые целесообразно учитывать при определении оптимальных режимов.

Для упрощения задачи целесообразно ее решение осуществлять в два этапа. Вначале определить оптимальную периодичность выполнения операций ТО, принимая при этом постоянный перечень. Затем произвести уточнение перечня операций ТО при оптимальной периодичности.

При уточнении периодичности выполнения операций ТО целесообразно рассматривать те элементы автомобиля, периодичность обслуживания которых оказывает существенное влияние на удельные затраты и показатели надежности. Эти элементы имеют различную конструкцию, работают в неодинаковых условиях, требуют выполнения различных по характеру операций обслуживания и разной периодичности. Следовательно, они не образуют однород-

ных групп и установление для них единой периодичности нецелесообразно.

Поэтому необходимо из ряда деталей, узлов и механизмов, существенно влияющих на принятый критерий оптимизации, выделить качественно однородные группы и сформулировать задачу оптимизации для каждой группы.

При составлении классификации выбор признака группировки элементов автомобиля зависит от поставленных задач. В данном случае при выделении совокупностей целесообразно учитывать виды операций технического обслуживания, сходство условий работы элементов, требования, предъявляемые к показателям надёжности и функциональным показателям элементов.

По виду операций технического обслуживания элементы группируются на элементы, требующие осмотровых и диагностических крепежных, регулировочных и смазочных работ. По сходству условий работы элементы автомобиля группируются на элементы, работающие в условиях трения, испытывающие закономерные нагрузки, испытывающие закономерные нагрузки, испытывающие высокое давление и т.д.

При группировке элементов в зависимости от показателей надёжности и функциональных показателей необходимо учитывать требования к функциональным показателям и показателям надёжности элементов. Целесообразно при этом выделить группу элементов, обеспечивающих безопасность движения, к которым предъявляются повышенные требования и отношения надёжности.

Для каждой группы однородных элементов задача корректирования периодичности ТО в общем виде формулируется следующим образом:

$$C_{уд_i} = f(l_i) \rightarrow \min,$$

при условии

$$\begin{aligned} P_{i_1} &= \varphi_1(l_i) = \overline{P}_{i_1}; & \Phi_{i_1} &= \psi_1(l_i) = \overline{\Phi}_{i_1}; \\ P_{i_2} &= \varphi_2(l_i) = \overline{P}_{i_2}; & \Phi_{i_2} &= \psi_2(l_i) = \overline{\Phi}_{i_2}; \\ &\dots \dots \dots \dots; & \dots \dots \dots \dots; \\ P_{i_m} &= \varphi_m(l_i) = \overline{P}_{i_m}; & \Phi_{i_k} &= \psi_k(l_i) = \overline{\Phi}_{i_k}, \end{aligned} \quad (3)$$

где l_{oi} – оптимальная периодичность операций ТО одной группы элементов; $C_{уд_i}$ – суммарные удельные приведенные затраты на ТО и ремонт однородной группы элементов; P_{i_1}, \dots, P_{i_m} – показатели надёжности элементов, подлежащие учету при определении периодичности; $\overline{P}_{i_1}, \dots, \overline{P}_{i_m}$ – нормативные значения показателей элементов, подлежащих учету; $\Phi_{i_1}, \dots, \Phi_{i_k}$ – показатели

функциональных свойств элементов, которые необходимо учитывать при определении периодичности; $\Phi_{i_1}, \dots, \Phi_{i_k}$ – нормативные значения показателей функциональных свойств элементов; $\varphi_1(l_i), \varphi_2(l_i), \dots, \varphi_m(l_i)$ – зависимость показателей надёжности элементов от периодичности ТО; $\psi_1(l_i), \psi_2(l_i), \dots, \psi_k(l_i)$ – зависимость показателей функциональных свойств от периодичности ТО.

Задача определения рационального перечня операций ТО формулируется аналогично. Ее отличие состоит в том, что зависимости удельных затрат, показателей надёжности и показателей функциональных свойств от перечня операций ТО будут непрерывными и дискретными.

Характерной чертой зависимостей, входящих в целевую функцию (1), является то, что и зависимые и независимые переменные являются величинами случайными, так как они зависят от большого числа случайных факторов. Подобные зависимости носят название корреляционных. Для их описания применяются математические модели, описывающие усредненный закон изменения зависимой переменной от независимой.

Накопленная к настоящему времени информация позволяет теоретически установить форму связи между переменными, входящими в модели целевой функции (1), и выбрать целесообразную структуру и вид моделей, описывающих эту связь.

В частности, зависимость суммарных удельных затрат на техническое обслуживание и ремонт автомобиля от периодичности обслуживания имеет вид параболы (рисунок). Это обусловлено тем, что при увеличении периодичности будет увеличиваться стоимость ремонта, в то время как затраты на обслуживание будут снижаться [1]. Учитывая форму связи между суммарными затратами и периодичностью обслуживания, для аналитического описания зависимости критерия оптимизации от периодичности

обслуживания можно воспользоваться зависимостью следующего вида:

$$C_{уд} = C_0 + C_1 l + C_2 l^2. \quad (4)$$

Изменение показателей надёжности и показателей функциональных свойств элементов обусловлено износом деталей. При увеличении периодичности обслуживания износ увеличивается. Это изменение носит направленный характер в сторону увеличения. Следовательно, показатели надёжности и показатели функциональных свойств при изменении периодичности будут изменяться монотонно и иметь одну точку перегиба. Для аппроксимации этих зависимостей можно использовать полином второй степени. Поэтому рассматриваемые модели зависимостей будут иметь следующий вид:

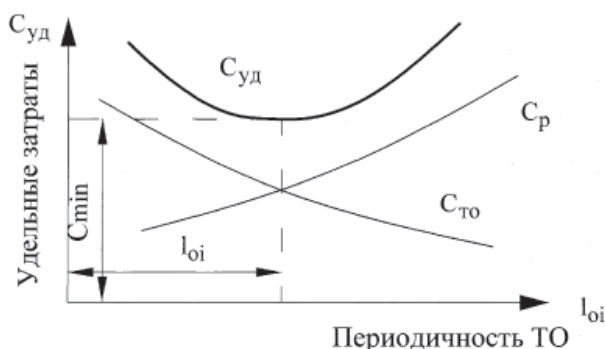
$$P_i = a_0 + a_1 l + a_2 l^2; \quad \Phi_i = b_0 + b_1 l + b_2 l^2, \quad (5)$$

где $a_0, a_1, a_2, b_0, b_1, b_2$ – коэффициенты полинома.

Таким образом, целевая функции (1) будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} C_{уд} &= C_0 + C_1 l + C_2 l^2 \rightarrow \min; \\ P_1 &= a_{01} + a_{11} l + a_{21} l^2 = \overline{P_1}; \\ P_2 &= a_{02} + a_{12} l + a_{22} l^2 = \overline{P_2}; \\ &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ P_m &= a_{0m} + a_{1m} l + a_{2m} l^2 = \overline{P_m}; \\ \Phi_1 &= b_{01} + b_{11} l + b_{21} l^2 = \overline{\Phi_1}; \\ \Phi_2 &= b_{02} + b_{12} l + b_{22} l^2 = \overline{\Phi_2}; \\ &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ \Phi_k &= b_{0k} + b_{1k} l + b_{2k} l^2 = \overline{\Phi_k}. \end{aligned} \quad (6)$$

Математические модели, входящие в целевую функцию, описывают связь между случайными величинами. Для построения



Зависимость средних удельных приведенных затрат на ТО и Р автомобиля от периодичности выполнения технического обслуживания

подобных моделей используются методы корреляционного регрессионного анализа. Они заключаются в вычислении корреляционного отношения для рассматриваемых зависимостей, проверке их существенности, нахождения коэффициентов регрессии и оценки их значимости, определения остаточной дисперсии и сравнении ее с дисперсией величины принятого критерия.

Эффективность применения методов корреляционного и регрессионного анализа определяется объемом и видом информации, получаемой при экспериментальных исследованиях, и степенью ее достоверности.

Список литературы

1. Бурмистров В.А. К вопросу разработки методики оценки и повышения профессионального мастерства водителей транспортных средств [Электронный ресурс] / В.А. Бурмистров, А.В. Скрыпников // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: <http://www.science-education.ru/113-10603>.
2. Бурмистров В.А. Корректирование перечня работ технического обслуживания автомобилей [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования № 5. – М., 2013. – URL: <http://www.science-education.ru/111-10442>.
3. Скрыпников А.В. Методы, модели и алгоритмы повышения транспортно-эксплуатационных качеств лесных автомобильных дорог в процессе проектирования, строительства и эксплуатации: монография / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, Т.В. Скворцова, А.И. Вакулин, В.Н. Логачев. – М.: ФЛИНТ: Наука, 2012. – 310 с.
4. Скрыпников А.В. Изучение вопросов отказов механизмов и узлов лесовозных автопоездов: монография / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова, О.Н. Бурмистрова, К.А. Яковлев. – Воронеж: ВГЛТА, 2012. – Деп. в ВИНТИ 28.05.2012 г. № 256-B2012. – 68 с.
5. Скрыпников А.В. Комплексная оценка надежности лесозаготовительных машин // Современные проблемы на-

уки и образования. – М.: Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики, 2013. – № 2. – С. 1–5.

References

1. Burmistrov V.A. K voprosu razrabotki metodiki ocenki i povysheniya professionalnogo masterstva voditelej transportnyh sredstv [Jelektronnyj resurs] / V.A. Burmistrov, A.V. Skrypnikov // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2013. no. 6; URL: <http://www.science-education.ru/113-10603>.
2. Burmistrov V.A. Korrektirovanie perechnja rabot tehnicheskogo obsluzhivanija avtomobilej [Jelektronnyj resurs] // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija no. 5. M., 2013. URL: <http://www.science-education.ru/111-10442>.
3. Skrypnikov A.V. Metody, modeli i algoritmy povysheniya transportno-jekspluatacionnyh kachestv lesnyh avtomobilnyh dorog v processe proektirovanija, stroitelstva i jekspluatacii: monografija / A.V. Skrypnikov, E.V. Kondrashova, T.V. Skvorcova, A.I. Vakulin, V.N. Logachev. M.: FLINT: Nauka, 2012. 310 p.
4. Skrypnikov A.V. Izuchenie voprosov otkazov mehanizmov i uzlov lesovoznyh avtopoezdov: monografija / A.V. Skrypnikov, E.V. Kondrashova, O.N. Burmistrova, K.A. Jakovlev. Voronezh: VGLTA, 2012. Dep. v VINITI 28.05.2012 g. no. 256-V2012. 68 p.
5. Skrypnikov A.V. Kompleksnaja ocenka nadezhnosti lesozagotovitelnyh mashin // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. M.: Sovremennaja nauka: Aktualnye problemy teorii i praktiki, 2013. no. 2. pp. 1–5.

Рецензенты:

Павлов А.И., д.т.н., профессор кафедры лесных, деревообрабатывающих машин и материаловедения, ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта;

Сушков С.И., д.т.н., профессор кафедры технологии машин и лесозаготовок, ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», г. Ухта.