

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ
ОБРАЗЦА МОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА
В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

*Кокорев Г.Д., к.т.н., доц., Успенский И.А., д.т.н., проф., Панкова Е.А., к.т.н.,
Николотов И.Н., Гусаров С.Н. (Рязанский государственный агротехнологический университет
им. П.А.Костычева, Россия)*

Введение

В настоящее время разработан и применяется довольно широкий спектр методов технического диагностирования (ТД) тормозной системы мобильного транспорта МТ. Однако их детальный анализ [2,5] показал, что такой важный вопрос в процессе контроля технического состояния, как определение периодичности технического диагностирования не нашел своего решения.

Таким образом, разработка способа определения периодичности контроля диагностических параметров, является важной и актуальной задачей.

Основная часть

Известно, что ТД имеет своей целью предотвратить переход объекта диагностирования в неработоспособное состояние на межконтрольном пробеге, следовательно, зная динамику изменения технического состояния объекта диагностирования (ОД) можно определить периодичность (сроки) проведения технического обслуживания и ремонта (ТО и Р).

Из вышесказанного следует, что имеющиеся в настоящее время методы прогнозирования технического состояния базируются на изучении закономерностей изменения диагностических параметров и конкретном определении их значений. Сложность установления закономерностей изменения по каждому диагностическому параметру автомобиля приводит к значительным затратам времени на осуществление прогноза.

Для исключения данного недостатка, прогнозирование технического состояния предлагается осуществлять, основываясь на закономерностях изменения вероятностей возникновения отказов в объектах диагностирования от пробега образца МТ.

У большинства деталей и части узлов автомобиля изменение технического состояния в зависимости от пробега носит плавный, монотонный характер (например, свободный ход педали тормоза, зазор между накладками и тормозными дисками), приводящий к возникновению постепенных отказов. При этом характер зависимости может быть какой угодно (рис. 1).

Опыт технической эксплуатации показывает, что изменение параметра технического состояния конкретной детали или среднего значения для группы изделий тормозного привода достаточно хорошо может быть описан двумя видами функций [6]:

1. Степенной функцией:

$$y = a_0 + a_1 l^b, \quad (1)$$

где a_0 – начальное значение параметра; l – наработка; a_1, b – коэффициенты, определяющие характер и интенсивность изменения параметра;

2. Целой рациональной функцией n -го порядка

$$y = a_0 + a_1 l + a_2 l^2 + \dots + a_n l^n, \quad (2)$$

где a_0, a_1, \dots, a_n – коэффициенты, определяющие характер и степень зависимости y от l .

В практических вычислениях по зависимости (2) достаточно использовать члены до четвертого порядка. Таким образом, зная функцию $y = \varphi(l)$ и предельное значение y_n параметра, можно определить ресурс тормозного привода из зависимости $l = f(y)$.

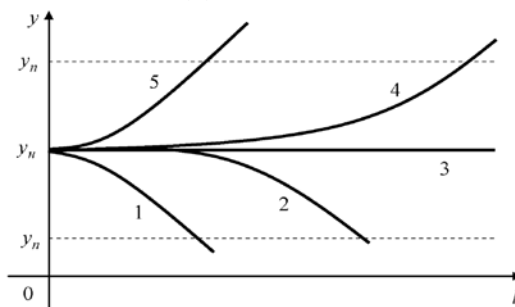


Рисунок 1 – Возможные формы изменения параметра y от пробега: 1,2 – уменьшение параметра; 3 – неизменность параметра; 4,5 – увеличение параметра

Секция 2: Управление качеством в АПК

Характер изменения параметров в процессе эксплуатации и позволяет рассчитать среднюю наработку детали или механизма до предельного или заданного состояния, а также определить остаточный ресурс который представлен в таблице 1.

Последовательность прогнозирования технического состояния тормозного привода автомобиля может быть выражена 4 этапами.

На первом этапе осуществляется сбор статистической информации по результатам подконтрольной эксплуатации МТ, приемочных, ресурсных, исследовательских и др. испытаний.

Таблица 1 – Интенсивность изменения параметров тормозного механизма мобильного транспорта

№ п/п	Наименование параметра технического состояния механизма	Значение параметра	Допустимое значение
1	Свободный ход педали тормоза, мм/1000 км	$(6-9) 10^{-1}$	8-14
2	Зазор между тормозными прокладками передних колес, мм/1000 км	$(4-6) 10^{-2}$	1,5
3	Зазор между тормозными прокладками задних колес, мм/1000 км	$(6-9) 10^{-2}$	2,4

Первоочередной задачей при сборе статистической информации является определение числа объектов наблюдения. Под объемом наблюдений при исследовании вероятности появления отказов понимается число объектов наблюдений N .

Исходными данными для плана NMT при определении числа наблюдений при неизвестном законе распределения (а именно он, как правило, имеет место) являются [5]:

- доверительная вероятность γ - вероятность того, что доверительный интервал охватит действительное значение параметра по выборочным данным. Она выбирается из ряда 0,80; 0,90; 0,95; 0,99 и представляет собой характеристику надежности показателя;
- предполагаемое значение вероятности безотказной работы образца $P(L)$ (как правило принимается $\geq 0,9$);
- установленное число отказов (предельных состояний) (соответственно 0).

Число объектов наблюдений устанавливается по таблицам, так при $P(L)=0,9$ с доверительной вероятностью $\gamma=0,8$ оно будет равно $N \geq 15$ [3].

На втором этапе прогнозирования осуществляется выбор наиболее значимых объектов диагностирования образца МТ. В основу метода положено определение значений критерия относительной весомости отказов ОД и доли отказов, неустранимых водителем по следующим выражениям:

Критерий относительной весомости отказов [5]:

$$B_i = \frac{1}{L} \sum_{j=1}^M n_{ij} \cdot K_{ij} \left(3_{ij} \cdot \tau_{ij} + C_l \right), \quad (3)$$

где L - пробег, км;

M - количество отказов i -го ОД на пробеге L ;

n_{ij} - число j -х одноименных отказов i -го ОД на данном пробеге;

K_{ij} - коэффициент влияния ОД на работоспособность автомобиля;

3_{ij} - средняя величина денежного довольствия специалистов ремонтного подразделения при устранении j -го отказа i -го ОД, руб./чел.-ч;

τ_{ij} - средняя трудоемкость устранения j -го отказа i -го ОД, чел.-ч;

C_l - стоимость заменяемых при l -ом ремонте узлов или деталей (в общем случае $l \neq M$), руб.

Доля отказов неустранимых водителем:

$$V_i = \frac{H_i}{M_i}, \quad (4)$$

где H_i - количество отказов i -го объекта диагностирования неустранимых водителем;

M_i - общее количество отказов i -го объекта диагностирования.

В ходе выполнения третьего этапа необходимо определить статистические вероятности появления отказов объектов на рассматриваемом пробеге, получить регрессионные зависимости вероятности отказов от пробега, провести статистическую оценку значимости коэффициентов регрессионных моделей и проверить модели на адекватность.

Следует учесть, что математическое описание, обоснование функции, учитывающей процесс

изменения вероятности возникновения отказа от пробега, является весьма важным моментом в процессе прогнозирования. От выбора функции в конечном итоге зависят погрешность и трудоемкость прогнозирования.

На четвертом, заключительном этапе осуществляется непосредственно прогнозирование технического состояния элементов тормозной системы путем расчета по уравнениям регрессии вероятности возникновения отказа на интересующем пробеге.

Таким образом, предлагаемый способ прогнозирования технического состояния тормозной системы МТ по изменению вероятности возникновения отказа от пробега позволяет снизить временные затраты на осуществление прогноза.

Для систематизации исходного материала необходимо построить статистические ряды [4]. Исходными данными служат:

- распределение отказов ОД по рассматриваемому пробегу;
- общее число отказов исследуемых ОД за рассматриваемый период.

Для оценки статистической вероятности P_i^* появления отказа i - го ОД исходную статистическую совокупность значений случайной величины необходимо разделить на интервалы или разряды и подсчитать количество отказов m_i , приходящееся на каждый разряд. Статистическая вероятность определяется по формуле:

$$P_i^* = \frac{m_i}{n}, \quad (5)$$

где m_i - количество отказов i - го объекта на данном интервале пробега;

n - общее число отказов исследуемых ОД на рассматриваемом пробеге.

Сумма статистических вероятностей всех интервалов, очевидно, должна быть равна единице. Статистические ряды распределения величины P_i^* для исследуемых объектов диагностирования представлены в таблице 2, соответствующие им многоугольники распределения показаны на рисунках 2 (позиция 1). Следует отметить, что многоугольник распределения является графическим изображением ряда распределения [3].

Таблица 2 – Статистические ряды распределения величины

Тормозная система							
Интервал, тыс.км L^*	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70
Число отказов m	5	4	6	7	7	8	7
Вероятность P^*	0,02	0,016	0,0241	0,0281	0,0281	0,032	0,0281

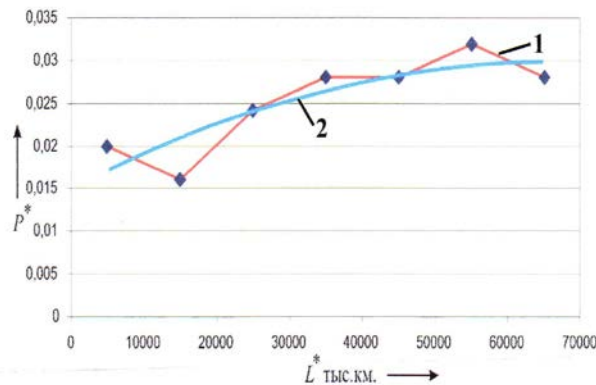


Рисунок 2 – Многоугольники распределения отказов: 1 – многоугольник распределения статистической вероятности отказов тормозной системы, 2 – зависимость вероятности появления отказа от пробега для тормозной системы

Общепринятым при решении подобных задач является метод наименьших квадратов, при котором требование наилучшего согласования теоретической зависимости и экспериментальных точек сводится к тому, чтобы сумма квадратов отклонений экспериментальных точек от сглаживающей кривой обращалась в минимум, то есть

$$S = \sum_{i=1}^n (\bar{y}_n - y_{эксн})^2 \rightarrow \min \quad (6)$$

где - \bar{y}_n и $y_{эксн}$ - теоретическое и экспериментальное значение точек.

Обработка экспериментальных данных проводилась на ПЭВМ с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office Excel [1].

В результате работы программы были получены коэффициенты регрессионной зависимости

вероятности появления отказов от пробега для тормозной системы:

$$P_7 = 0,0149 + 5 \cdot 10^{-7} L - 3 \cdot 10^{-12} L^2, \quad (7)$$

Заключение

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования позволили установить закономерность изменения вероятностей появления отказа от пробега и разработать на их основе регрессионные зависимости, которые необходимы для прогнозирования технического состояния тормозной системы и определения рациональной периодичности ее контроля.

Литература

1. Берк К. и Кэйри П. Анализ данных с помощью Microsoft Office Excel. – Москва, 2005 с 36.
2. Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Юхин И.А., Синицин П.С., Карцев Е.А., Николотов И.Н., Гусаров С.Н. Периодичность контроля технического состояния мобильной сельскохозяйственной техники// «Научный журнал КубГАУ». – 2012 г., № 81 (7).
3. Вентцель, Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения /Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Высш. шк., 2000. – 383 с.
4. ГОСТ 25044-81 Техническая диагностика. Диагностирование автомобилей, тракторов, сельскохозяйственных, строительных и дорожных машин. 5 с.
5. Кокорев Г.Д., Успенский И.А., Николотов И.Н., Карцев Е.А. Метод прогнозирования технического состояния мобильной техники// Тракторы и сельхозмашины, - М., 2010, №1, С. 32-34.
6. Хасанов, Р.Х. Основы технической эксплуатации автомобилей: Учебное пособие / Р.Х. Хасанов. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 193 с.

УДК 631.373

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКОМУ УРОВНЮ ТРАКТОРОВ, ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ПРИЦЕПОВ НА ДОЛГОСРОЧНУЮ ПЕРСПЕКТИВУ

*Бышов Н.В., д.т.н., проф., Борычев С.Н., д.т.н., проф., Успенский И.А., д.т.н., проф.,
Юхин И.А., к.т.н., Аникин Н.В., к.т.н., Колупаев С.В., к.т.н., Жуков К.А.*

(Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А.Костычева, Россия)

Введение

Современное сельское хозяйство неразрывно связано с технологичными транспортными средствами, используемыми при возделывании, уборке и транспортировке продукции.

Роль транспорта в сельскохозяйственном производстве трудно переоценить. Он является связующим звеном в единой технологической цепи агропромышленного комплекса. Развитие сельскохозяйственного производства неизбежно влечет за собой увеличение объема перевозок и грузооборота. Поэтому вопросы повышения эффективности работы транспорта, снижение себестоимости перевозок и повышение производительности труда приобретают большое значение.

Основная часть

На дорогах или в поле – современная транспортная техника на сегодняшний день должна отвечать разнообразным требованиям [1].

Сельское хозяйство является жизненно важной отраслью материального производства страны, обеспечивающей население продуктами питания, а пищевую и легкую промышленность — сырьем.

Сельскохозяйственное производство имеет принципиальные отличия от промышленного:

- неразрывная связь с живой природой (растениями и животными);
- рассредоточенность на больших площадях;
- ярко выраженный сезонный характер;
- потребность в перемещении больших количеств различных технологических и эксплуатационных материалов, промежуточной и конечной продукции, сельскохозяйственной техники;
- выполнение многих производственных процессов комплексами взаимно увязанных по назначению и параметрам машин, включающими в себя технологические, транспортные и транспортно-технологические агрегаты, погрузочно-разгрузочные средства.

Из сказанного следует, что в сельскохозяйственном производстве важную роль играет грузовой транспорт.

В понятие «грузовой транспорт» входит совокупность технических средств, предназначенных для погрузки и сбора, перемещения (перевозки), разгрузки и распределения сельскохозяйственных грузов (материалов), и путей сообщения (полевых, грунтовых и автомобильных дорог).

В настоящее время автомобилями и автопоездами осваивается порядка 60% от общего объема перевозок сельскохозяйственных грузов и 85% грузооборота. Автомобильные транспортные и транспортно-технологические средства применяют в том случае, если можно реализовать их высокие скоростные возможности, а перевозки выполняются на большие расстояния.

Выбор конструкции и параметров подвижного состава сельскохозяйственного транспорта должен