

Обоснование предельного снижения мощности лесотранспортной машины

В. Н. Шиловский¹

Петрозаводский государственный университет

АННОТАЦИЯ

Приводятся методические положения по обоснованию параметрического отказа лесотранспортной машины.

Ключевые слова: параметрический отказ, экономический критерий, диагностика.

SUMMARY

Happen to methodical position on motivation parametric refusal the timber machines.

Keywords: parametric refusal, economic criterion, diagnostic.

Сопряжения лесозаготовительных машин требуют восстановления, ремонтных воздействий после достижения предельного снижения фактической грузоподъемности, производительности технологического оборудования и в целом машины [1, 2, 3].

Рассмотрим влияние снижения эффективной мощности на экономическую эффективность работы лесотранспортной машины. С этой целью проследим изменение себестоимости 1 м³ км или 1 т км от снижения фактической грузоподъемности лесозаготовительной машины.

Расчетную себестоимость перевозки (C_p) представим в виде выражения, включающего прогнозируемые или дискретные эмпирические параметры [1]:

$$C_p = \frac{1}{Q \cdot k_D \cdot k_H} \left(C_{пер} + \frac{C_{ном} \cdot (L_{Г} \cdot V_{Т} \cdot \Delta t \cdot k_H)}{L_{Г}} \right), \quad (1)$$

где $C_{пер}$ и $C_{ном}$ – сумма соответственно переменных и постоянных расходов, приходящихся на 1 км пробега лесотранспортной машины, руб/км;

Q – фактическая грузоподъемность машины (масса перевозимого груза), т(м³);

k_D – коэффициент динамического использования грузоподъемности;

k_H – коэффициент использования пробега;

$L_{Г}$ – средняя длина ездки с грузом, км;

$V_{Т}$ – техническая скорость, км/ч;

Δt – время простоя машины при погрузке и разгрузке за одну езду, ч.

Изменение грузоподъемности машины (манипулятора) происходит из-за снижения мощности (производительности) двигателя (гидронасоса).

На производительность лесотранспортной машины влияет ряд факторов, с учетом которых выражение расчета производительности лесотранспортной машины может быть представлено в виде выражения, включающего расчетные или эмпирические параметры:

$$V_{ч} = \frac{Q \cdot k_D \cdot L_{Г} \cdot k_H \cdot V_{Т}}{L_{Г} + K_H \cdot V_{Т} \cdot \Delta t}, \quad (2)$$

где $V_{ч}$ – часовая производительность машины 1 т км (1 м³ км/ч);

Располагая показателями работы лесотранспортной машины, можно рассчитать себестоимость 1 т км (1 м³ км) при различной ее грузоподъемности, снижающейся в эксплуатации по причине потери мощности двигателя от износа деталей.

На основе теоретического эксперимента произведен расчет себестоимости 1 т км в зависимости от снижения фактической грузоподъемности лесотранспортной машины. Примем исходные данные для расчета эксперимента: $Q = 8$ т; $V_{Т} = 21$ км/ч; $k_D = 1,0$; $k_H = 0,5$; $C_{пер} = 3,574$ руб/км; $C_{ном} = 30$ руб/км; $\Delta t = 0,7$ ч; $L_{Г} = 15$ км.

Для 10 различных значений фактической грузоподъемности лесотранспортной машины себестоимость 1 т км представлена в таблице 1.

Данные расчета-эксперимента показывают, что себестоимость перевозки 1 т груза возрастает со снижением фактической грузоподъемности транспортного средства, т. е. массы перевозимого груза.

Аппроксимируем полученную расчетно-экспериментальную дискретную зависимость непрерывной аналитической функцией $C_p = f(Q)$. Для чего данные таблицы 1 выразим графически (рис. 1). Полученную кривую можно представить как симметричную гиперболу, отнесенную к асимптотам, аналитическое выражение которой ($C_{ан}$) выглядит следующим образом:

$$C_{ан} = \frac{a^2}{2Q}, \quad (3)$$

откуда значение параметра a будет равно:

¹ Автор – профессор кафедры технологии металлов и ремонта

$$a = \sqrt{2 \cdot C_{ан} \cdot Q} . \quad (4)$$

По данной формуле определим частные значения a , а затем их средние значения. Для лесотранспортной машины грузоподъемностью 8 т (лесовоз типа МАЗ-509) параметр $a_{cp} = 9,435$.

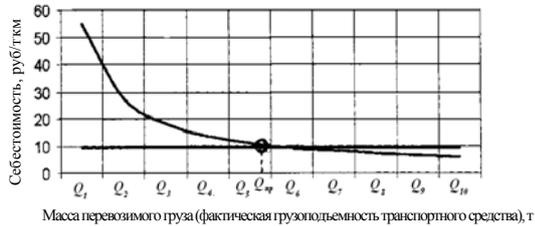


Рис. 1. Зависимость себестоимости единицы перевозимого груза от величины его массы (объема)

На рисунке 1 представлена качественная зависимость перевозки 1 т груза от снижения фактической грузоподъемности транспортного средства, т. е. величины фактически перевозимого им груза. Горизонтальная линия – уровень доходной ставки, точка пересечения графика и горизонтальной линии соответствует критической грузоподъемности – $Q_{кр}$.

Проверим достоверность аналитической зависимости $C_{ан}$ от Q . С этой целью определим значения аналитической себестоимости 1 т км для десяти значений грузоподъемности транспортного средства и представим их в таблице 2.

Добиваясь рентабельности работы лесотранспортной машины, нельзя допускать, чтобы себестоимость 1 т км была бы выше доходной ставки. При превышении доходной ставки возникает состояние параметрического (ресурсного) отказа, требующего замены или ремонта сопряжения (детали).

Для предупреждения аварийных и параметрических отказов при ТО и ремонте контролируют износ и изменение параметров сопряжений. Существующие методы использования нормативов при ТО и ремонте характеризуются применением одного допустимого значения при заданной периодичности проверки или диагностики. В то же время износы и изменения параметров элементов в процессе эксплуатации как одной, так и разных, хотя и однотипных, машин не одинаковы. Их рассеивание характеризуется определенным законом. В этой связи один норматив износа оказывается целесообразным только для элементов с близким рассеиванием скорости изнашивания. Постоянный норматив проявляется отрицательно – увеличивается число аварийных отказов при большой скорости изнашивания, а при малой необоснованно выбраковываются детали при ТО и ремонте.

В связи с этим целесообразно устанавливать не одно, а несколько допустимых значений износа с учетом индивидуальной скорости изнашивания конкретного сопряжения. Решение задачи обеспе-

чивается применением метода определения остаточного ресурса.

Вероятность (P_m) числа восстановлений (m) при функциональных отказах за пробег или наработку L равна сумме вероятностей отказов с интенсивностью W :

$$P_m = \sum_0^m \frac{(W \cdot L)^m}{m!} e^{-WL} . \quad (5)$$

Для определения числа ремонтов (восстановлений) достаточно определить произведение $W \cdot L$, то есть среднее число отказов на пробеге L , при фиксированном значении доверительной вероятности P_m .

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика определения предельного снижения мощности двигателя лесотранспортной машины через величину предельного снижения ее грузоподъемности.
2. Представленная методика может быть использована при решении вопроса о годности объекта после замера величины компрессии (мощности) при ТО-2 конкретной обслуживаемой машины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кутырев Е. В. Обоснование стратегий и параметров объектов технического сервиса лесозаготовительных машин: автореф. дис. канд. техн. наук. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. – 19 с.
2. Шиловский В. Н. К вопросу о разработке системы эксплуатации лесозаготовительных машин / В. Н. Шиловский, Е. В. Кутырев // Изв. высш. учеб. заведений: Лесной журнал. – 2007. – № 6. – С. 57-64.
3. Питухин А. В. Повышение эксплуатационной технологичности лесозаготовительных машин / А. В. Питухин, В. Н. Шиловский, И. Г. Скобцов, В. А. Кяльвийнен. – Петрозаводск: Петропресс, 2012, – 240 с.

Таблица 1
Значения расчетной себестоимости грузоперевозки в зависимости от снижения массы фактически перевозимого груза

Фактическая масса перевозимого груза (грузоподъемность, Q), кг									
8000	7200	6400	5600	4800	4000	3200	2400	1600	800
Соответствующая грузоподъемности себестоимость 1 ткм (C_p), руб/ткм									
5,70	6,38	7,18	8,22	9,24	11,00	13,36	18,24	27,52	55,04

Таблица 2

Сравнительные величины расчетно-экспериментальной и аналитической себестоимостей 1 ткм.

Параметры	Значения параметров									
	8000	7200	6400	5600	4800	4000	3200	2400	1600	800
Грузоподъемность лесотранспортной машины (Q), кг	8000	7200	6400	5600	4800	4000	3200	2400	1600	800
Расчетно-экспериментальной себестоимости 1 ткм (C_p), руб/ткм	5,7	6,38	7,18	8,22	9,24	11,00	13,36	18,24	27,52	55,04
Аналитическая себестоимость 1 ткм ($C_{ан}$), руб/ткм	5,56	6,18	6,95	7,95	9,27	11,12	13,9	18,55	27,82	55,64
Величина погрешности $E = \frac{(C_p - C_{ан})}{C_{ан}} * 100\%$	2,5	3,2	3,3	3,4	0,3	1,0	3,8	1,6	1,1	1,1