

**ОЦЕНКА ТРУДОЗАТРАТ И ПРОСТОЯ НА ВНЕПЛАНОВЫХ РЕМОНТАХ
АВТОСАМОСВАЛОВ БелАЗ-7540, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НА
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕВОЗКАХ**

Использование большегрузных автосамосвалов БелАЗ-7540 на технологических перевозках металлургических предприятий осложняется отсутствием нормативов на их техническое обслуживание. Для решения этой проблемы выполнен анализ причин внеплановых ремонтов автомобилей и выявлены закономерности изменения продолжительности простоя и трудозатрат на эти ремонты.

В системе ремонта и технического обслуживания автосамосвалов БелАЗ-7540, используемых на технологических перевозках, значительное место занимают внеплановые заходы в гараж для устранения неотложных неисправностей (заявочные ремонты). Заявочные ремонты выполняются вне плановой системы ремонтов и текущего содержания, на их выполнение отвлекаются трудовые и финансовые ресурсы, увеличивается холостой пробег автомобиля и его простой в ремонте, что негативно сказывается на эффективности использования автопарка в целом [1].

Исходя из указанного, весьма актуальным становится упорядочение системы технического обслуживания большегрузных автомобилей, что невозможно без учета особенностей их эксплуатации. Существующие методики решения поставленной задачи предполагают сбор и обработку информации по износу узлов и агрегатов, периодичности выхода их из строя в различных условиях эксплуатации. На металлургических комбинатах автомобили БелАЗ используются в условиях, для которых исследования накопления деформаций и отказов не производилось.

Целью настоящей работы явилось установление факторов влияющих на величину трудозатрат и простоя на внеплановых ремонтах и оценка зависимости этих величин от наиболее значимых факторов.

Для оценки существующей системы внеплановых ремонтов и выявления закономерностей изменения продолжительности простоя и трудозатрат на эти ремонты во 2 квартале 2006 года на ОАО «ММК им. Ильича» был собран массив статистических данных. Результаты первичной обработки данных (таблица 1) позволяют сделать вывод о том, что источниками внеплановых ремонтов являются четыре системы автомобиля: электрооборудование, шиномонтаж, пневмосистема и гидросистема [2].

Таблица 1 – Данные о внеплановых ремонтах 33 автосамосвалов во 2-м квартале.

| № п/п | Система автомобиля | Количество ремонтов | |
|-------|-----------------------------|---------------------|------|
| | | единиц | % |
| 1 | Система электрооборудования | 444 | 28,7 |
| 2 | Шиномонтаж | 302 | 19,5 |
| 3 | Пневмосистема | 231 | 14,9 |
| 4 | Гидросистема | 145 | 9,4 |
| 5 | Ходовая часть | 135 | 8,7 |
| 6 | Система охлаждения | 96 | 6,2 |
| 7 | Топливная система | 70 | 4,5 |
| 8 | Гидромеханическая передача | 53 | 3,4 |
| 9 | Тормозная система | 32 | 2,1 |
| 10 | Система смазки | 8 | 0,5 |
| 11 | Прочие | 34 | 2,1 |

*ПГТУ, ст. преподаватель

На долю этих четырех систем приходится 72,5 % внеплановых заходов в гараж, причем дополнительные трудозатраты за 3 месяца составили 9500 чел.ч, суммарный простой только для ликвидации неисправностей - 6600 часов.

Рассмотрим оценку линейных регрессионных зависимостей трудозатрат (y_1) и простоя в ремонте (y_2) от интенсивности потока неисправностей электрооборудования (x_1), шиномонтажа (x_2), пневмосистемы (x_3) и гидросистемы (x_4)

$$y_1 = a_0 + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + a_4 \cdot x_4;$$

$$y_2 = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_4 \cdot x_4.$$

По массиву исходных данных составим две корреляционные таблицы – $R_1 = f_1(y_1, x_1, x_2, x_3, x_4)$ и $R_2 = f_2(y_2, x_1, x_2, x_3, x_4)$

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 1 | 0,56 | 0,48 | 0,58 | 0,25 |
| 0,56 | 1 | 0,46 | 0,14 | 0,10 |
| 0,48 | 0,46 | 1 | 0,15 | 0,04 |
| 0,58 | 0,14 | 0,15 | 1 | 0,30 |
| 0,25 | 0,10 | 0,04 | 0,30 | 1 |

 $R_1 =$

| | | | | |
|------|------|------|------|------|
| 1 | 0,71 | 0,47 | 0,54 | 0,05 |
| 0,71 | 1 | 0,46 | 0,14 | 0,10 |
| 0,47 | 0,46 | 1 | 0,15 | 0,04 |
| 0,54 | 0,14 | 0,15 | 1 | 0,30 |
| 0,05 | 0,10 | 0,04 | 0,30 | 1 |

 $R_2 =$

Проверим значимость коэффициентов корреляции $r_{11}=0,56$; $r_{12}=0,48$; $r_{13}=0,58$; $r_{14}=0,25$ и $r_{21}=0,71$; $r_{22}=0,47$; $r_{23}=0,54$; $r_{24}=0,05$ [3].

Наблюдаемые значения t -критерия, вычисленные по формуле

$$|t_{набл}| = \frac{r_{1j} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{1j}^2}}$$

оказались равными соответственно 3,5; 2,82; 3,87; 1,39 и 5,46; 2,94; 3,38; 0,26. Критические значения t -критерия на уровне значимости $\alpha=0,05$ и числе степеней свободы $n-2=30-2=28$ равно 2,05. Следовательно, парные линейные корреляционные зависимости между y_1 (y_2) и каждым из факторов x_1 , x_2 и x_3 являются значимыми, а корреляция между y_1 (y_2) и интенсивностью поломок гидросистемы практически отсутствует. В связи с этим включать данный фактор (x_4) в уравнение множественной регрессии не рекомендуется.

Уравнение регрессионных зависимостей трудозатрат имеет вид:

$$y_1 = 33,11 + 6,28x_1 + 4,32x_2 + 12,31x_3 \quad (1)$$

Коэффициент множественной детерминации оказался равным $R_1^2 = 0,67$. Это значит, что 67 % колеблемости результативного признака (трудозатраты на ремонт) объясняется за счет вариации линейной комбинации отказов в работе систем электрооборудования, шиномонтажа и пневмосистемы.

Величина $(1 - R_1^2) = 1 - 0,67 = 0,33$ определяет «необъясненную» долю колеблемости результативного признака, связанную с вариацией неучтенных факторов. Отметим, что вклад каждого учтенного фактора $X_j, j=\overline{1;3}$ в общую колеблемость признака Y_1 определяется в виде произведения $\beta_j r_{1j}$, выраженного в процентах.

Из предлагаемой таблицы:

| | | | |
|------------------|-------|-------|-------|
| X_j | X_1 | X_2 | X_3 |
| β_j | 0,41 | 0,25 | 0,52 |
| r_{1j} | 0,56 | 0,48 | 0,58 |
| $\beta_j r_{1j}$ | 0,23 | 0,12 | 0,30 |

следует, что 23 % колеблемости трудозатрат на ремонт связано с вариацией отказов в работе систем электрооборудования; 12 % – с вариацией отказов в работе систем шиномонтажа; 30 % – с вариацией отказов в работе пневмосистем.

Уравнение множественной регрессии по определению продолжительности простоя получено в виде

$$y_2 = 22,68 + 5,95x_1 + 1,48x_2 + 6,86x_3, \quad (2)$$

Коэффициент множественной детерминации $R_2^2 = 0,72$. При этом, 42 % колеблемости времени простоя в ремонте связано с вариацией отказов в работе систем электрооборудования; 6 % с вариацией отказов в работе систем шиномонтажа и 30 % – с вариацией отказов в работе пневмосистем.

Разработанные модели расчета затрат на выполнение ремонтов большегрузных автосамосвалов используются при разработке оптимальной системы технического обслуживания.

Выводы

1. В процессе эксплуатации автомобилей БелАЗ-7540 на ОАО «ММК им. Ильича» наблюдается значительное количество внеплановых ремонтов, которые обуславливают дополнительные трудозатраты и простои автомобилей. Отсутствие нормативной базы не позволяет разработать эффективную систему технического обслуживания большегрузных автомобилей, используемых на технологических перевозках металлургических предприятий.
2. Обработка массива статистических данных позволила установить основные неисправности автомобилей, возникающие в процессе их эксплуатации. К ним относятся поток неисправностей систем электрооборудования, шиномонтажа и пневмосистем. Разработана регрессионная модель расчета затрат на внеплановые ремонты.

Перечень ссылок

1. *Парунакян В.Э.* Принципы совершенствования управления техническим содержанием большегрузных автосамосвалов на технологических перевозках металлургических комбинатов / *В.Э. Парунакян, М.В. Помазков* // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – Маріуполь, 2005. – Вип. № 15. – С. 186 – 190.
2. *Гмурман В.Е.* Теорія вероятностей и математическая статистика / *В.Е. Гмурман*. – М.: Высшая школа, 1977. – 478 с.
3. *Лапач С.Н.* Статистика в науке и бизнесе / *С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич*. – К.: МОРИОН, 2002. – 640 с.

Рецензент: В.Э. Парунакян
д-р техн. наук, проф., ПГТУ

Статья поступила 15.03.2007