

УДК 621.113

А.Д. Кустиков<sup>1</sup>, Н.А. Кузьмин<sup>2</sup>, М.Г. Корчажкин<sup>2</sup>**ПРОБЛЕМЫ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСМИССИЙ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ**Общество с ограниченной ответственностью «Автомобили Баварии»<sup>1</sup>,  
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева<sup>2</sup>

Целью работы является исследование возможностей увеличения ресурса агрегатов трансмиссии городских автобусов, работающих на маршрутах с подъемами на примере ПАЗ-32054 и ГАЗ-322132. А также установление наличия причинно-следственной связи между отказами трансмиссии и системой технического обслуживания. Свойства работающего масла агрегатов трансмиссии (особенно коробки перемены передач) вследствие температурных, скоростных и нагрузочных воздействий (а также внешних загрязнений) заметно меняются в зависимости от времени и условий эксплуатации. Для оценки физико-химических характеристик трансмиссионного масла использовались нормативные документы, действующие в настоящее время на территории Российской Федерации. Установлено, что при соблюдении рекомендованной периодичности технического обслуживания массовая доля механических примесей и массовая доля воды в трансмиссионном масле могут превышать допустимое значение. В связи с этим предложены решения по повышению надежности трансмиссий путем корректирования периодичности и содержания технических обслуживаний. Периодичности упреждающих операций рассчитаны по допустимому уровню безотказности.

*Ключевые слова:* отказ, трансмиссия, маршрут с подъемом, трансмиссионное масло, механические примеси, массовая доля воды, периодичность обслуживания, надежность.

Надежность агрегатов автомобилей максимальна при работе на стационарных режимах. Это доказывает опыт их эксплуатации. Известно, что в условиях загородных маршрутов на добротных дорогах (в условиях I категории эксплуатации) надежность автомобилей существенно выше, чем при городской эксплуатации. В городах нестационарность работы агрегатов автомобилей обуславливается, прежде всего, частыми остановками и последующими разгонами при наличии светофоров, пешеходных переходов, железнодорожных переездов и пр. Положение усугубляют также современные реалии с заторами («пробками») на дорогах, достаточно крутые подъемы и спуски на маршрутах движения автомобилей в большом количестве городов, примыкающих к крупным рекам и морям. Все это вызывает необходимость частых торможений, переключений передач и т.д. При этом в зацеплениях трансмиссий автомобилей пульсируют ударные нагрузки. Данное обстоятельство приводит к разрушению масляных плёнок в зацеплениях, что способствует интенсификации процессов изнашивания трущихся пар деталей агрегатов [1].

Все факторы снижения надежности агрегатов автомобилей в городских условиях эксплуатации особенно ярко проявляются на примере автобусов с механической коробкой передач (МКП). Сегодня каждый третий городской автобус на территории РФ имеет трансмиссию с МКП.

Результаты специальных исследований надежности городских автобусов для условий Н.Новгорода показали, что после двигателя наибольшая доля отказов таких автобусов приходится на агрегаты трансмиссии, например, 23% у автобусов ПАЗ-32054, 19% – у микроавтобусов ГАЗ-322132. В свою очередь отказы трансмиссии распределяются следующим образом: 70% – отказы сцепления, 17% – коробки передач (КП), 10% – карданной передачи, 3% – заднего моста.

Существенным отличием условий функционирования агрегатов трансмиссий автомобилей является подверженность трущихся поверхностей деталей высоким удельным динамическим нагрузкам. Зубчатые колеса работают при высоких нагрузках и скоростях, а также значительных изменениях крутящего момента и часто проявляется изнашивание зубчатых

колес в виде поверхностного усталостного выкрашивания и износа торцов зубьев, что коррелируется с интенсивностью переключения передач [1].

Физико-химические и эксплуатационные свойства трансмиссионных масел должны в полной мере гарантировать долговечную и надежную работу агрегатов трансмиссии автомобиля. Разрушение масляных плёнок на контактирующих поверхностях зубьев шестерен происходит при неправильном выборе масла, причем только на низших передачах при высоких контактных нагрузках и больших значениях передаваемого крутящего момента (например, при движении в гору).

Свойства работающего масла агрегатов трансмиссии (особенно КП) вследствие температурных, скоростных и нагрузочных воздействий (а также внешних загрязнений) заметно меняются в зависимости от времени и условий эксплуатации. В них накапливаются продукты окисления и дорожной пыли, в результате меняются их физико-химические показатели. В частности, в ту или иную сторону изменяется вязкость, возрастает кислотное число, в масле появляются вещества, склонные к выпадению в осадок [2].

Следует также отметить, что интенсивность изменения температуры в агрегатах трансмиссии зависит от режима движения автомобиля и температуры окружающего воздуха. При этом температура масла в КП гораздо выше, чем в заднем мосту, ввиду дополнительного прогрева ее объема от двигателя, а также вследствие более интенсивного охлаждения моста воздухом при движении.

С точки зрения надежности наличие подъемов на маршруте следования автобусов приводит к достаточно ощутимому снижению показателей безотказности и долговечности агрегатов трансмиссии.

Исследования физико-химических свойств масел, отобранных через 40000 км пробега из КП автобусов ПАЗ, работающих на городских маршрутах с крутыми подъемами, показали, что массовая доля механических примесей в трансмиссионном масле более чем на 50% превышает допустимое значение, массовая доля воды в два раза превышает допустимое содержание, температура застывания масел вообще приближается к нулю. Следует отметить, что для равнинных маршрутов Н.Новгорода эти показатели остаются практически в пределах нормы (табл. 1).

Половина всех отказов сцепления приходится на рабочий и главный цилиндры гидравлического привода, а конкретнее на их манжеты. Это происходит из-за загруженности городских маршрутов (даже безотносительно к наличию подъемов), что вызывается необходимостью частых выжимов сцепления. Кроме того, при наличии на маршрутах крутых подъемов из-за постоянных перепадов температуры в тормозной жидкости привода сцепления образуется и накапливается конденсат (сцепление существенно разогревается в контакте с двигателем в конце подъемов). При этом чем больше влаги растворено в жидкости, тем раньше она будет закипать, а при низких температурах жидкость интенсивнее загустевает и хуже смазывает рабочие детали, поверхности которых при этом быстрее корродируют. Высокие температуры в системе и гигроскопичность жидкости приводят к ее обводнению и преждевременному старению. В этих условиях жидкость может отрицательно влиять на резиновые манжетные уплотнения тормозных цилиндров, вызывать коррозию металлических деталей.

Среди неисправностей карданной передачи можно выделить: зазоры в зацеплениях с проявлением рывков при трогании автобусов с места; вибрации при движении, биение и стук карданного вала (следствие дисбаланса); повышенный нагрев карданных соединений; повышенный люфт вала. На степень нарушения баланса существенно влияют зазоры в соединениях шлицев и крестовин, нарушение которых происходит из-за несвоевременного закладывания смазки и протяжки фланцев. Эти операции, как правило, проводятся при ТО-2, а для исследуемых автобусов вообще не предусмотрены. Работы по балансировке карданной передачи необходимо осуществлять в тех случаях, когда возникают вибрации на определенных скоростных режимах, а также при заменах крестовин и подшипников качения промежуточной опоры. На это в реальных условиях эксплуатации мало обращается внимания.

Таблица 1

**Анализ масла трансмиссионного марки ТАп-15В при пробеге 40 тыс. км  
на равнинном маршруте и маршруте с подъемом**

| №  | Наименование показателей  | Нормы       | Фактически (равнинный) | Фактически (с подъемом) | Методы испытаний                 |
|----|---|-------------|------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| 1  | Плотность при 20°C, г/см <sup>3</sup> , не более                                  | 0.930       | 0.9230                 | 0.9390                  | ГОСТ 3900                        |
| 2  | Вязкость кинематическая при 100°C, мм <sup>2</sup> /с, (сСт)                      | 14.0-16.0   | 14.70                  | 14.97                   | ГОСТ 33                          |
| 3  | Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С, не ниже                   | 185         | 193                    | 199                     | ГОСТ 4333                        |
| 4  | Температура застывания, °С, не выше   | -20         | - 20                   | - 7                     | ГОСТ 20287                       |
| 5  | Массовая доля механических примесей, %, не более                                  | 0.03        | 0.0291                 | 0.0466                  | ГОСТ 6370                        |
| 6  | Массовая доля воды, %, не более   | следы       | следы                  | 0.21                    | ГОСТ 2477                        |
| 7  | Испытание на коррозию в течение 3-х часов при 100 °С на пластинах из стали и меди | выдерживает | выдерживает            | выдерживает             | ГОСТ 2917                        |
| 8  | Массовая доля активных элементов: серы, не более                                  | -           | 2.03                   | 2.18                    | ГОСТ 1437                        |
| 9  | Содержание водорастворимых кислот и щелочей                                       | отсутствие  | отсутствие             | отсутствие              | ГОСТ 6307                        |
| 10 | Совместимость с резиной УИМ-1 (по изменению объема),%                             | 4-10        | 10.09                  | 11.01                   | ГОСТ 9.03<br>ГОСТ 23652<br>п.5.9 |

Таким образом, можно сделать вывод о том, что периодичность технических воздействий и их перечень на городские автобусы следует корректировать при наличии на маршруте подъемов и повышенной загруженности. Некоторый перечень мер, направленных на повышение надежности агрегатов трансмиссий городских автобусов, работающих на маршрутах с подъемами, представлен в табл. 2.

Самым ненадежным узлом в трансмиссии ПАЗ-32054 является сцепление. Для исключения износов рычагов привода, подшипников и фрикционных накладок предлагается осуществлять регулировку свободного хода вилки выключения сцепления с периодичностью 2000 км пробега. Часть отказов (замены манжет главного и рабочего цилиндров сцепления) можно исключить за счет смещения периодичности замены жидкости в приводе сцепления и осуществлять ее раз в год. Из-за частых переключений есть смысл осуществлять закладывание смазки в подшипник муфты выключения сцепления чаще, а именно с периодичностью 2000 км пробега.

В трансмиссии автобусов ПАЗ-32054 17% отказов приходится на КП – выходят из строя шестерни понижающих передач, прокладка крышки подшипника первичного вала, сальник крышки заднего подшипника вторичного вала, подшипники. Большинство отказов КП можно предупредить более частой заменой трансмиссионного масла.

На микроавтобусе ГАЗ-322132 самым ненадежным агрегатом является КП. Для повы-

шения надежности предлагается чаще производить замену масла, очистку сапуна, смазку шарниров привода.

**Таблица 2**

**Периодичность упреждающих ТО автобусов городских маршрутов  
с крутыми подъемами**

| Наименование работ                                     | Периодичность по регламенту | Скорректированная периодичность |
|--|-----------------------------|---------------------------------|
| <i>1</i>   | <i>2</i>                    | <i>3</i>                        |
| <b>Автобус ПАЗ-32054</b>                               |                             |                                 |
| <b>Сцепление</b>                                       |                             |                                 |
| Регулировка свободного хода вилки выключения сцепления | 3200                        | 2000                            |
| Замена рабочей жидкости привода сцепления              | раз в два года              | осеннее СО*                     |
| Смазка подшипника муфты выключения сцепления           | 3200                        | 2000                            |
| <b>Коробка передач</b>                                 |                             |                                 |
| Замена масла   | 38400                       | 35200                           |
| Очистить сапун   | Раз в год                   | 8000                            |
| Смазка шарниров привода                                | –                           | каждое СО*                      |
| <i>1</i>   | <i>2</i>                    | <i>3</i>                        |
| <b>Карданная передача</b>                              |                             |                                 |
| Протянуть фланцы                                       | 3200                        | 2000                            |
| Динамическая балансировка                              | –                           | 35200                           |
| <b>Задний мост</b>                                     |                             |                                 |
| Замена масла   | 38400                       | 35200                           |
| Очистить сапун   | Раз в год                   | каждое СО*                      |
| <b>Автобус ГАЗ-322132</b>                              |                             |                                 |
| <b>Коробка передач</b>                                 |                             |                                 |
| Замена масла   | 48000                       | 40000                           |
| Очистить сапун   | 16000                       | 8000                            |
| <b>Карданная передача</b>                              |                             |                                 |
| Смазка подшипников карданных шарниров                  | 16000                       | 8000                            |
| Протянуть фланцы                                       | 16000                       | 8000                            |
| Динамическая балансировка                              | -                           | 40000                           |
| <b>Задний мост</b>                                     |                             |                                 |
| Замена масла   | 48000                       | 40000                           |
| Очистить сапун   | 16000                       | 8000                            |

\* СО – сезонное обслуживание

Периодичности ТО-1 исследуемых автобусов по рекомендациям заводов-изготовителей для I категории эксплуатации составляют: для ПАЗ-32054 ТО-1 – 4000 км, ТО-2 – 16000 км; для ГАЗ-322132 ТО-1 – 10000 км, ТО-2 – 20000 км. Для условий Н.Новгорода согласно нормативной документации [3,4] значения периодичностей ТО корректируются путем умножения данных значений на коэффициенты  $k_1 = 0,8$  (учитывает категорию условий эксплуатации) и  $k_3 = 1,0$  (учитывает климатический район эксплуатации). В итоге периодичности ТО для указанных автобусов составляют: ПАЗ-32054 ТО-1 – 3200 км, ТО-2 – 12800 км; для ГАЗ-322132 ТО-1 – 8000 км, ТО-2 – 16000 км.

Вычисления оптимальных периодичностей смены трансмиссионных масел автобусов осуществлялось с использованием известного метода – по допустимому уровню безопасности. По результатам исследований периодичность замены трансмиссионного масла автобуса ПАЗ-

32054 получена равной 35065 км, что не является кратным с периодичностью ТО-1. Однако, если принять периодичность замены равной 35200 км, то кратность с ТО-1 соблюдается.

Расчетная периодичность замены трансмиссионного масла микроавтобусов ГАЗ-322132 получена равной 41500 км. Для получения кратности с ТО-1 необходимо скорректировать периодичность замены до 40000 км. Это обоснованно, так как скорректированная периодичность данного технического воздействия не выходит за границы допустимого вероятности отказов (риска)  $F_d = 10\%$ .

Для исследуемых автобусов предлагается ввести также динамическую балансировку карданных валов, вообще не предусмотренную технической документацией. Данное техническое воздействие рационально проводить в комплексе с операциями замены трансмиссионных масел.

Все значения скорректированных периодичностей вышеуказанных технических воздействий представлены в табл. 3.

Ряд предлагаемых технических воздействий следует перенести из одного вида ТО в другое, что не вызывает особых сложностей. Обязательными дополнительными вмешательствами для автобусов ПАЗ-32054 являются только: *смазка шарниров привода КП* при каждом СО (два раза в год), три технических действия с периодичностью 2000 км – *регулировка свободного хода вилки выключения сцепления, смазка подшипника муфты выключения сцепления и протяжка фланцев карданной передачи*. Следует отметить, что при пробеге 8000 км целесообразна замена подшипника муфты выключения сцепления на новый.

### Пример расчета скорректированной периодичности замены масла в КП.

Исследуемая партия - 30 автобусов ПАЗ-32054.

Таблица 3

Выборка отказов КП 30 автобусов ПАЗ-32054

|       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 55582 | 37231 | 54841 | 51959 | 45471 |
| 65696 | 71518 | 86569 | 46245 | 48038 |
| 65407 | 98007 | 85253 | 56961 | 77441 |
| 53613 | 14927 | 29913 | 24933 | 80906 |
| 74630 | 38412 | 83806 | 69513 | 49443 |
| 75040 | 73997 | 92368 | 86928 | 63813 |

**Обработка статистических данных.** Объем выборки 30; Число интервалов 5; Шаг интервала 16616; Минимальное значение 14927; Максимальное значение 98007.

**Производим статистическую обработку наработок** на отказ и строим табл. 5, где  $m_i^I$  - число попаданий в интервал (число отказов в интервале);  $W_i^I$  - частость;  $X_i$  - середина интервала;  $F_i^I$  - оценка вероятности отказа;  $f_i^I$  - оценка плотности вероятности отказа;  $P_i^I$  - оценка вероятности безотказной работы

$$W_i^I = \frac{m_i^I}{N}; \quad F_i^I = \frac{\sum m_i^I}{N}; \quad P_i^I = 1 - F_i^I; \quad f_i^I = \frac{\sum m_i^I}{\Delta X \cdot N} \cdot (10^{-3})$$

Таблица 4

| Номер интервала | $X_i$ | $m_i^I$ | $W_i^I$ | $f_i^I \cdot 10^{-3}$ | $F_i^I$ | $P_i^I$ |
|-----------------|-------|---------|---------|-----------------------|---------|---------|
| 1               | 23235 | 3       | 0.10    | 0.007                 | 0.1     | 0.90    |
| 2               | 39851 | 5       | 0.17    | 0.014                 | 0.27    | 0.73    |
| 3               | 56467 | 7       | 0.23    | 0.028                 | 0.50    | 0.50    |
| 4               | 73083 | 9       | 0.30    | 0.090                 | 0.80    | 0.20    |
| 5               | 89699 | 6       | 0.20    | 0.012                 | 1       | 0.00    |
|                 |       | 30      | 1       |                       |         |         |



Рис. 1



Рис. 2

**Вычисление числовых характеристик** статистического ряда  $\bar{m}, \bar{D}, \bar{\sigma}$ ;  $\bar{m}$  - статистическое математическое ожидание,

$\bar{D}$  - статистическая дисперсия,

$\bar{\sigma}$  - статистическое среднеквадратическое отклонение.

Статистическим математическим ожиданием или статистическим средним называется среднеарифметическое наблюдаемых значений случайной величины  $X$ .

$$\bar{m} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

Статистической дисперсией называется среднеарифметическое значение величины  $(X - \bar{m})^2$  или

$$\bar{D} = \frac{(x_1 - \bar{m})^2 + (x_2 - \bar{m})^2 + \dots + (x_n - \bar{m})^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{m})^2}{n} \quad (2)$$

При большом объеме выборки вычисления по формулам (1) и (2) приводят к громоздким выкладкам. Для упрощения расчетов используют статистический ряд с границами  $(X_{i-1}; X_i)$  и частотами  $\bar{P}_i$ , где  $i = 1, 2, 3, \dots, k$ , находят середины интервалов  $\bar{X}_i = \frac{X_{i+1} + X_i}{2}$ , а затем все элементы выборки  $m_i$ , которые попали в интервал  $(X_{i-1}; X_i)$ , заменяют единственным значением  $\bar{X}_i$ , тогда таких значений будет  $m_i$  в каждом интервале  $(X_{i-1}; X_i)$

$$\bar{m} = \frac{\sum_{i=1}^k \bar{X}_i m_i}{n} = \sum_{i=1}^k \bar{X}_i \frac{m_i}{n} = \sum_{i=1}^k \bar{X}_i W_i \quad (3)$$

где  $\bar{X}_i$  - среднее значение соответствующего интервала  $(X_{i-1}; X_i)$ ;  $W_i$  - частота интервала  $(X_{i-1}; X_i)$

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^k (\bar{X}_i - \bar{m})^2 m_i}{n} = \sum_{i=1}^k (\bar{X}_i - \bar{m})^2 \frac{m_i}{n} = \sum_{i=1}^k (\bar{X}_i - \bar{m})^2 \bar{p}_i \quad (4)$$

$$\bar{m} = \sum_{i=1}^k \bar{X}_i \bar{p}_i \quad (5)$$

$$\bar{D} = \sum_{i=1}^k (\bar{X}_i - \bar{m})^2 \bar{p}_i \quad (6)$$

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\bar{D}} \quad (7)$$

$\bar{m}$  определяет положение центра группировки наблюдаемых значений случайной величины.  $\bar{D}$ ,  $\bar{\sigma}$  характеризуют рассеяние наблюдаемых значений случайной величины вокруг  $\bar{m}$

Таблица 5

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| Выборочное среднее              | 62006 |
| Дисперсия                       | 42947 |
| Среднеквадратическое отклонение | 20724 |
| Коэффициент вариации            | 0,334 |

На основании построенного графика (рис 2) делаем предположение, что закон распределения данных наработок до отказа – Вейбулла-Гнеденко.

Проверяем соответствие опытных данных закону Вейбулла-Гнеденко. Вычисляем теоретические значения параметров выборки.

$$f(x) = \frac{b}{a} \left(\frac{x}{a}\right)^{b-1} \exp \left[ -\left(\frac{x}{a}\right)^b \right], \quad (8)$$

где  $a$  и  $b$  – параметры распределения.

Строим табл. 6, где  $m_i = f_i \cdot \Delta X \cdot N$ ;  $W_i = f_i \cdot \Delta X$ ;  $P_i = 1 - F_i$ .

Таблица 6

| № | $X_i$ | $m_i$ | $W_i$ | $f_i^l * 10^{-3}$ | $F_i^l$ | $P_i^l$ |
|---|-------|-------|-------|-------------------|---------|---------|
| 1 | 23235 | 1     | 0,03  | 0,004             | 0,065   | 0,935   |
| 2 | 39851 | 5     | 0,17  | 0,015             | 0,257   | 0,743   |
| 3 | 56467 | 8     | 0,27  | 0,039             | 0,552   | 0,448   |
| 4 | 73083 | 8     | 0,27  | 0,089             | 0,819   | 0,181   |
| 5 | 89699 | 4     | 0,13  | 0,018             | 0,955   | 0,045   |

Проверим принадлежность данной выборки к нормальному закону по критерию согласия хи-квадрат (Пирсона):

- определяем степень свободы:  $k = n - (r + 1) = 5 - (2 + 1) = 2$ , где  $n$  – число интервалов;  $r$  – число параметров в законе распределения;

- хи-квадрат Пирсона  $\chi_{оп}^2 = 2,06$ ;

- для  $k = 2$  и вероятности  $P(\chi^2) = \alpha = 0,1$  того, что закон выбран правильно, находим теоретическое значение  $\chi_\alpha^2 = \chi_{0,1}^2 = 4,61$  из соответствующей таблицы [2]. Сравниваем полученное теоретическое значение  $\chi_\alpha^2$  с опытным значением. Так как  $\chi_{оп}^2 < \chi_{теор}^2$ , то делаем вывод о правильности гипотезы, что распределение подчиняется нормальному закону.

**Находим оптимальную периодичность обслуживания  $l_0$ .** Строим график  $f(X) \cdot 10^{-3}$  (рис. 3), используя данные табл. 6. Вероятность отказа исследуемого КЭ (риск) определяется по выражению:

$$F_d = \int_0^{l_0} f(X) dX = F\left(\frac{l_0 - \bar{X}}{\sigma}\right). \quad (9)$$

Принимаем величину  $F_d = 0,1$  (как для КЭ автомобиля, не отвечающего за безопасность дорожного движения).

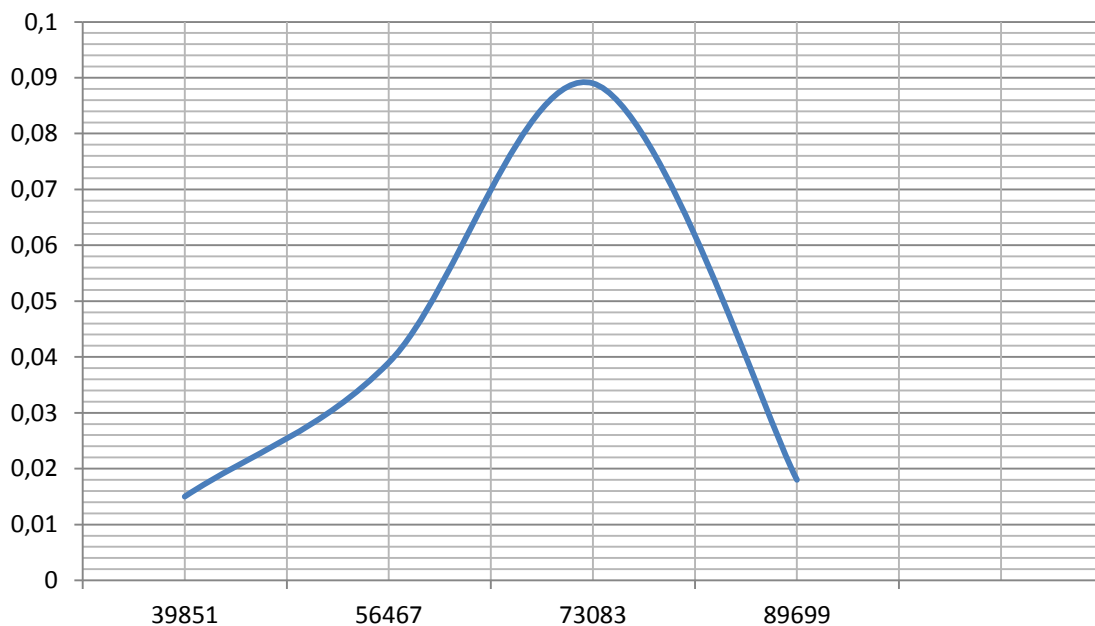


Рис. 3



Из таблицы нормального распределения имеем: при  $F(Z) = 0,1$ ,  $Z = -1,3$ , тогда:

$$l_0 = -1,3 \cdot 20724 + 62006 = 35065.$$

Таким образом, оптимальная периодичность замены масла в КП составляет 35065 км.

Результаты исследований актуальны для многих городов РФ, например, практически для всех, расположенных на крутых берегах больших рек и приморских берегах – Сочи, Владивосток, Калининград и т.д. Для городских автобусов общего пользования необходимо введение вышеуказанных упреждающих ТО при наличии на маршруте хотя бы одного подъема и если таких подъемов было не менее пяти за рабочую смену. При этом контрольным критерием введения упреждающих ТО является время нахождения автобуса на подъеме не менее 3 мин. Данные критерии действуют для указанных ранее автобусов ПАЗ и ГАЗ с бензиновыми двигателями и МКП.

Результаты исследований одобрены департаментами транспорта Н.Новгорода и Нижегородской области, а также головным предприятием ГП НО «Нижегородпассажиравтотранс»; внедрены в практику работы НПАП-7 Н.Новгорода; приняты к внедрению в муниципальных пассажирских автобусных предприятиях Нижегородской области и рекомендованы к внедрению в практику работы частного автобусного транспорта.

#### Библиографический список

1. **Кузьмин, Н.А.** Техническая эксплуатация автомобилей: нормирование и управление: учеб. пособие / Н.А. Кузьмин. – М.: ФОРУМ, 2011. – 224 с.
2. **Ролдугин, В.И.** Физикохимия поверхности: монография / В.И. Ролдугин. – Долгопрудный: Интеллект, 2008. – 568 с.
3. **Турсунов, А.А.** Экспериментальная оценка приспособленности АТС к горным условиям эксплуатации // Актуальные проблемы современной науки. – М., 2002. №2. С. 322-324.
4. **Кузьмин, Н.А.** Техническая эксплуатация автомобилей: закономерности изменения работоспособности: учеб. пособие / Н.А. Кузьмин. – М.: ФОРУМ, 2011. – 208 с.
5. **Зеленцов, В.В.** Эксплуатационные свойства и тепловые режимы поршневых автомобильных двигателей внутреннего сгорания: учеб. пособие / В.В. Зеленцов, В.В. Крупа. – Н.Новгород: НГТУ, 2002. – 72 с.

*Дата поступления  
в редакцию 17.10.2013*

**A.D. Kustikov<sup>1</sup>, N.A. Kuzmin<sup>2</sup>, M.G. Korchazhkin<sup>2</sup>**

#### PROBLEMS OF RELIABILITY OF CITY BUSES TRANSMISSIONS

Limited Liability Company «Auto Bavaria»<sup>1</sup>,  
Nizhny Novgorod state technical university named after R.Y. Alekseev (NSTU)<sup>2</sup>,

**Purpose:** research of opportunities of increase transmission units resource of buses which operating on routes with rises on the example of PAZ - 32054 and GAZ - 322132.

**Design/methodology/approach:** To evaluate the physical and chemistry characteristics of transmission units of city buses used by instruction.

**Findings:** Periodicity of technical impacts and their list of the buses will have to be made available on the route climbs and increased workload.

**Research limitations/implication:** for urban public buses should be the introduction of the above pre-emptive technical services available on a route of at least one lift and if such rises was not less than five per working shift.

**Originality/value:** The results of the research are relevant for passenger transport enterprises of many cities in Russia, for example, almost all located on the steep banks of large rivers and coastal shores.

*Key words:* failure, transmission, the route with rise, gear oil, mechanical impurities, mass fraction of water, frequency of service, reliability.