

УДК 629.3.083

**Оверченко Г.И.**<sup>1</sup>, кандидат технических наук, доцент**Закарина Ш.К.**<sup>2</sup>, магистр технических наук,**Тілегенова Н.К.**<sup>1</sup>, магистрант<sup>1</sup>Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г.Уральск, РК<sup>2</sup>Уральский колледж газа, нефти и отраслевых технологий, г.Уральск, РК

## РЕГЛАМЕНТИРОВАНИЕ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА АГРЕГАТОВ АВТОБУСОВ ПО КРИТЕРИЮ БЕЗОТКАЗНОСТИ

### Аннотация

В статье рассматриваются вопросы, связанные с изучением наработки на отказ рулевого управления, тормозного механизма и её распределения. Дано обоснование периодичности проведения ТР по критерию безотказности.

*Ключевые слова:* текущий ремонт, рулевое управление, тормозной механизм, периодичность.

Система обеспечения работоспособности на основе закономерностей изменения технического состояния формирует комплекс технических воздействий по поддержанию автотранспорта в исправном состоянии, носящий название планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта.

Поддержание автомобилей в работоспособном состоянии требует значительных затрат. По данным Е.С. Кузнецова [1] в суммарных затратах на транспортное средство за весь период «жизни» на долю сферы эксплуатации приходится до 90% всех затрат (таблица 1).

Таблица 1 – Относительное распределение ресурсов на изготовление, обслуживание и ремонт автомобилей

Технико-экономические показатели	Затраты в %			
	Изготовление а.	ТО	ТР	КР
Распределение кап. Вложений по отдельным сферам без учета стоимости подвижного состава	11,4	84,4		4,2
Удельные соотношения затрат на изготовление автомобиля и дальнейшее поддержание работоспособности	13,0	25,0	50,0	12,0
Распределение трудовых ресурсов	1,4	45,4	46,0	7,2

Восстановление работоспособности в зависимости от назначения и характера включает периодическое техническое обслуживание и ремонт (ТО и Р), осуществляемые на основе действующих положений и нормативов. Вместе с тем, действующие нормативы технической эксплуатации автомобилей (ТЭА) нельзя назвать объективными и качественными из-за многообразия факторов действующих в эксплуатации. Системы поправочных коэффициентов к базовым нормативам (периодичности и трудоемкости) ТО и Р, принимаются одинаковыми для определенного типа транспортного средства, например автобусов и совершенно не учитывают различия в моделях, условиях эксплуатации [1,2].

Применение некачественных нормативов для управления техническим состоянием АТС приносит автотранспортным предприятиям (АТП) ущерб, вызванный необоснованным повышением затрат при преждевременном техническом обслуживании (ТО) и ремонте, так и в связи с резким возрастанием работ при ремонте после возникновения отказа.

В планово-предупредительной системе все ремонты автомобилей за исключением капитальных ремонтов (КР) отнесены к текущим (ТР). Назначение ТР – это устранение отказов,

возникших в эксплуатации. Из-за различия в условиях эксплуатации возникновение отказов является случайным. Вследствие этого отсутствуют нормативы ТР автомобилей по объему, структуре и периодичности всего автомобиля и отдельных агрегатов. В тоже время для тракторной техники существуют плановые ТР, проводимые после выполнения определенной наработки и с установленным содержанием и объёмом работ. Это можно объяснить тяжелыми условиями работы и приблизительно одинаковой высокой загрузкой техники.

Все сказанное выдвинуло проблему повышения эффективности использования АТС, и в частности автобусов за счет снижения затрат и повышения надежности путем регламентирования текущих ремонтов. Установлено, что внедрение в эксплуатацию только структуры плановых ремонтов по основным агрегатам автомобилей КамАЗ позволило снизить трудозатраты на ремонты на 46,8 % по сравнению с нормативными [3].

Среди автобусов большого класса получили большое распространение модели МАЗ 103 и ЛиАЗ 5256 и их модификации. Эти модели, выпускаемые в РФ и Беларуси на сегодняшний момент, являются наиболее современными. В конструкцию двигателя, ходовой части и трансмиссии включены последние достижения в сфере автомобилестроения.

Однако длительность эксплуатации этих автобусов и дорожные условия приводят к возникновению отказов. Особо тяжелые последствия вызывают отказы тормозного механизма (ТМ) и рулевого управления (РУ), оказывающих влияние на безопасность движения. Отказы этих агрегатов и систем могут привести к возникновению дорожно-транспортного происшествия. Технически неисправные автомобили являются причиной до 20% ДТП. Так, для автобусов марки ЛиАЗ эта группа отказов составляет 13%, а среди причин ДТП – до 58%. Регламентация ТР этих агрегатов позволит не только повысить эффективность ТЭА, но и повысить безопасность, что имеет первостепенное значение для таких транспортных средств как автобус.

Основным признаком определяющим различные виды отказов, служит характер возникновения и протекания процессов, приводящих к отказу. В теории надежности все отказы по характеру проявления подразделяются на внезапные и постепенные [3].

Большинство неисправностей тормозной системы проявляется в увеличении тормозного пути автомобиля (уменьшении замедления) или в неравномерности торможения, вызывающего занос автомобиля. Ухудшение тормозной эффективности в эксплуатации вызывается увеличенными зазорами между тормозными накладками и тормозными барабанами (износом фрикционных накладок), наличием масла, воды и грязи на их рабочих поверхностях, нарушением регулировки тормозного крана, гидровакуумного усилителя или хода тормозной педали, внутренними утечками жидкости в главном тормозном цилиндре или усилителе. Эти отказы можно отнести к постепенным отказам, которые вызываются длительностью работы и могут быть прогнозируемыми.

К внезапным отказам тормозной системы, возникающим во время движения относятся: нарушение герметичности шлангов, прорывы диафрагм тормозных камер, обрывы шлангов и т.д.

Рулевой механизм и рулевой привод могут иметь следующие основные неисправности: повышенный свободный люфт рулевого колеса, заедание подшипников рулевого механизма, погнутость рулевых тяг, износ шарниров, подтекание смазки из картера рулевого механизма нарушение регулировок, неисправности гидропривода, ГУРа, обрыв шлангов и т.д.

Неисправности рулевого управления вместе с неисправностями тормозной системы являются одними из самых серьезных неисправностей автобуса. Используя разделение отказов на постепенные и внезапные (таблица 2), для механизмов ТМ и РУ получены следующие данные [4].

Таблица 2 – Соотношение внезапных и постепенных отказов по агрегатам и системам автобуса в %

Система, агрегат	Постепенные отказы	Внезапные отказы
Рулевое управление	80	20
Тормозная система	60	40

Постепенные отказы, вызванные износом деталей в процессе эксплуатации, составляют большинство. Следовательно, для этих систем может быть введен плановый текущий ремонт, в процессе которого будут восстанавливаться регулировки и заменяться детали, исчерпавшие свой ресурс.

Исследование причин отказов автобусов ТОО «Автопарк» с последующей обработкой позволило получить следующие данные по частоте отказов ТМ и РУ (таблица 3).

Таблица 3 – Распределение отказов тормозных систем автомобилей по агрегатам и механизмам

Наименование	Количество отказов, %
1. Тормозные механизмы (барабаны, тормозные накладки, регулировочные рычаги и др.)	58,5
2. Пневматический тормозной привод (воздухопроводы, тормозной кран, тормозные камеры, регулятор давления)	28,3
3. Компрессор (привод, баллоны)	13,2

Данные таблицы указывают, что около 70% составляют отказы, относящиеся к группе постепенных и вызванные износом трущихся поверхностей, включая детали компрессора. Главной причиной этих отказов является естественный износ.

По деталям рулевого управления наименьшее значения наработки на отказ приходится на исполнительный механизм (тяги, шарниры, подвижные соединения передаточного механизма). Низкая наработка на отказ объясняется тяжелыми условиями работы. Шарниры расположены внизу автобуса и подвержены воздействию агрессивных сред в виде почвенной пыли и динамических нагрузок из-за различных неровностей дороги. Характерным видом изнашивания является таким образом абразивное, которое выражается в увеличении зазоров и развивается с определенной скоростью. Остальные детали работают в более мягких условиях.

Рассматривая методы предупреждения отказов можно отметить, что постепенные отказы, которые развиваются с определенной закономерностью, могут быть прогнозируемыми и диагностируемыми. Внезапные отказы, даже несмотря на «внезапность» возникновения, имеют определенный период развития и, следовательно, могут быть обнаружены в результате диагностирования в период ТО-2 или ТР.

Таким образом возникает задача назначения периодичности текущего ремонта.

Назначение периодичности ТР может производиться несколькими методами. Однако, учитывая важность тормозной системы и рулевого управления для обеспечения безопасности автобусов, мы предлагаем использовать метод, основанный на допустимом снижении безотказности.

Метод относится к группе аналитических, основанных на кривой распределения наработки на отказ. Для реализации метода необходимо по известным методикам построить кривую распределения наработки на отказ и определить параметры: среднюю наработку на отказ, среднеквадратическое отклонение наработки и коэффициент вариации. Вероятность отказа  $P_{от}$  определяется как накопленная частота  $p_i$  отказов [3].

$$P_{от} = \sum_{i=1}^k p_i \quad (1)$$

Вероятность безотказной работы  $P_6$

$$P_6 = 1 - P_{от} \quad (2)$$

Для агрегатов автомобиля, обеспечивающих безотказность  $P_6 = 0,9-0,98$ .

При наличии статистики наработки на отказ, можно найти плотность распределения  $f(L)$  вероятности наработки на отказ, а затем –  $P_6$

$$P_6(L) = \int_{-\infty}^L f(L) dL \quad (3)$$

где  $P_6(L)$  называют интегральной функцией распределения, а  $f(L)$  – дифференциальной функцией распределения.

Имея значения  $P(L)$  или  $f(L)$ , можно произвести оценку надежности данного изделия, т. е. определить вероятности отказа и безотказной работы (рисунок 1). Задавая определенный уровень безотказности можно получить периодичность проведения работ по предупреждению отказов. Например, вероятность безотказной работы равна 0,9. Отмечая на кривой вероятности безотказной работы значение 0.9 и опуская от точки пересечения линию до пересечения с осью  $L$  получим периодичность текущего ремонта.

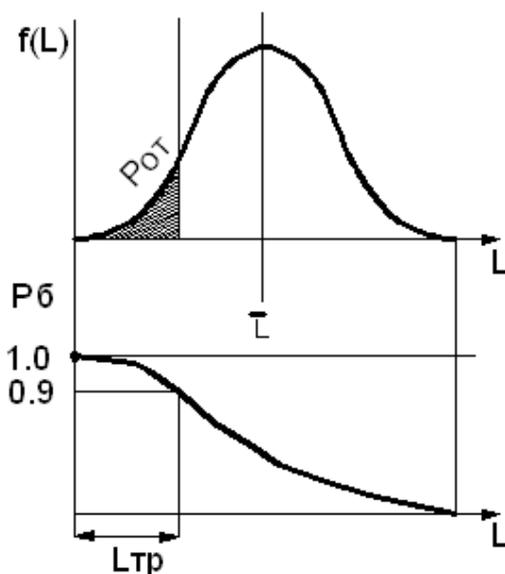


Рисунок 1 – Распределение наработки на отказ и вероятности безотказной работы

Для обоснования периодичности проведения ТР необходимо на первом этапе исследовать наработку на постепенный отказ по рассматриваемым системам. Проведенные исследования наработки на отказ в условиях ТОО «Автопарк» при эксплуатации автобусов марок МАЗ 103 и ЛиАЗ 5259 позволили получить следующие результаты.

Данные рисунка 2 и таблицы 4 показывают, что наработки на постепенный отказ для ТМ и РУ значительно отличаются друг от друга. Оба распределения подчиняются нормальному закону распределения по показателю  $p(\chi^2)$

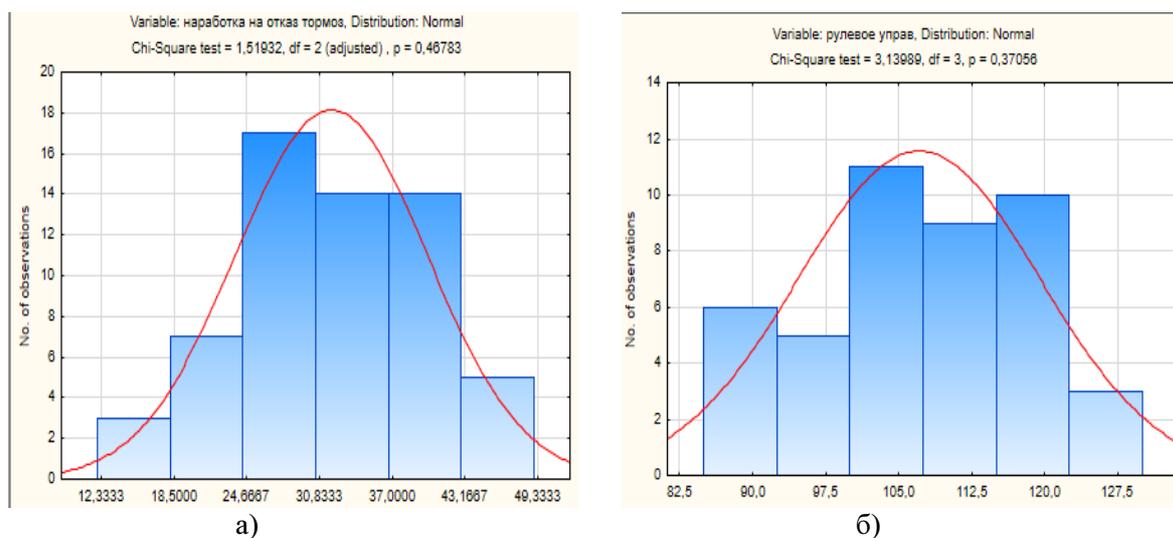


Рисунок 2 – Распределение наработки (пробега) в км \*1000 на отказ тормозной системы (а) и рулевого управления (б)

Таблица 4 – Параметры распределения наработки на отказ ТМ и РУ

Агрегат, система	Параметры распределения					
	M(L)	Lmin-Lmax	$\sigma$ (L)	V(L)	$p(\chi^2)$	Вид закона распределения
Тормозной механизм	51 080	32190-69120	7960	0,156	0,46	нормальный
Рулевое управление	107 013	82 120-131 590	11977	0,11	0,37	нормальный

Рассматривая среднее значение наработки можно отметить, что они не совпадают с проведением периодического ТО, которое составляет для автобусов соответственно 5000 и 20 000. Среднеквадратическое отклонение так же больше, чем периодичность ТО. Это указывает на то, что отказ этих систем произойдет до наступления сроков проведения ТО, при которых они могли бы быть выявлены и устранены.

Отказы, возникающие в эксплуатации имеют более тяжелые последствия и устраняются с большими затратами.

#### Выводы:

1. Существующая планово-предупредительная система ТО и Р не регламентирует периодичность текущего ремонта, что вызывает большие затраты при устранении отказов посредством ремонта в эксплуатации.

2. Особенностью работы тормозного механизма и рулевого управления является их влияние на безопасность. Количество ДТП, вызванных технической неисправностью достигает 20%, а среди этих причин отказы тормозного механизма и рулевого управления составляют в сумме до 75%.

3. Обработка статистического материала позволила установить, что средняя наработка на отказ тормозного механизма составляет 51 080км., а рулевого управления - 107 013км. Эти значения не совпадают с периодичностью технического обслуживания при котором, эти неисправности обнаруживались.

4. Зная характеристики распределения наработки на отказ рулевого управления и тормозного механизма и задавшись уровнем безотказности, можно плучить периодичность проведения текущего ремонта.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Кузнецов Е.С., Болдин А.П., Власов В.М. и др. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 2001. – 535 с.

2 Аринин И.Н. Техническая эксплуатация автомобилей / И.Н.Аринин, С.И.Коновалов, Ю.А.Баженов. Серия «Высшее профессиональное образование». – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 320 с.

3 Денисов А.С. Основы работоспособности технических систем: учебник / А.С.Денисов. – Саратов: Саратов. гос. тех. ун-т, 2014. – 312с.

4 Малкин В.С. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей / В.С. Малкин, Ю.С.Бугаков. – Ростов н/Д: Феникс, 2013. – 431с.

#### ТҮЙІН

Мақалада рульдік басқаруда, тежегіш тетігін басу мен оны бөлуде атқарылған жұмыс көлеміне байланысты мәселелер қарастырылды. Мүлтіксіздің критерийлері бойынша ағымдағы жөнделу жұмыстарын жүргізудің кезенділігіне негіздеме берілді.

#### RESUME

The article deals with issues related to the study of the operating time for steering failure, the braking mechanism and its distribution. The justification of the periodicity of conducting the TP on the criterion of non-failure operation is given.