

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОБЕГА

Ибрахимов Каримжон Исмаилович

доцент, кафедры «Автомобиль и
автомобильное хозяйство», ТГТрУ, к.т.н.

Хайдарова Гулноза Бахтиёровна

ассистент, кафедры «Автомобиль и
автомобильное хозяйство», ТГТрУ.

Жуманиязов Жуманазар Шомурод угли

магистр, кафедры «Автомобиль и
автомобильное хозяйство», ТГТрУ.

Юсуфова Наргиза Давлатбой кизи

магистр, кафедры «Автомобиль и
автомобильное хозяйство», ТГТрУ.

АННОТАЦИЯ

В работе приведены результаты аналитического исследования технического состояния грузовых автомобилей, показаны эксплуатационные факторы, влияющие на изменение технического состояния при старении грузовых автомобилей. Также приведена закономерность изменения технического состояния в процессе эксплуатации грузовых автомобилей. Показано влияние качества технического обслуживания и текущего ремонта на коэффициент технической готовности. Исходя из опыта эксплуатации, авторов статьи, приведены реальные значения коэффициента технической готовности для новых и устаревших автомобилей. Авторы работы особое внимание уделяли анализу влияния таких эксплуатационных факторов, как категория условий эксплуатации, модификация подвижного состава, природно-климатические условия, возраст автомобилей, уровень оснащённости предприятий специальным оборудованием и оснастками.

Ключевые слова: *грузовые автомобили, техническая эксплуатация автомобилей, устаревшие грузовые автомобили, эксплуатационные факторы, техническое обслуживание, текущий ремонт, коэффициент технической готовности, условия эксплуатации, возраст автомобилей, автомобильный парк.*

ABSTRACT

The paper presents the results of an analytical study of the technical condition of trucks and identifies operational factors affecting changes in their technical

condition during vehicle aging. The study also presents the regular pattern of changes in the technical condition of trucks during their operation.

The influence of the quality of maintenance and current repair on the technical readiness coefficient is demonstrated. Based on operational experience, the authors provide actual values of the technical readiness coefficient for new and aging vehicles.

The authors pay special attention to the analysis of operational factors such as the category of operating conditions, modifications of the vehicle fleet, climatic conditions, vehicle age, and the level of enterprise equipment with specialized machinery and tools.

Keywords: *technical operation of vehicles, truck enterprise, battery lanterns, maintenance, current repair, coefficient of technical readiness, operating conditions, age of vehicles, fleet of vehicles.*

ВВЕДЕНИЕ

Устаревший грузовой автомобиль в инженерном смысле представляет собой транспортное средство, у которого значительная часть агрегатов и систем длительное время работает в условиях накопленного износа, старения материалов и повторяющихся эксплуатационных нагрузок. Сам по себе календарный возраст не является единственным критерием непригодности автомобиля: решающее значение имеют пробег, фактические нагрузки, качество технического обслуживания и текущего ремонта условия движения, наличие коррозионных повреждений, метод вождения водителя и полнота диагностического контроля.

В процессе эксплуатации техническое состояние автомобиля постепенно изменяется. На ранних стадиях ресурс агрегатов расходуется относительно медленно, а параметры остаются в зоне допуска. По мере накопления пробега увеличиваются зазоры в сопряжениях, изменяются свойства масел и резинотехнических изделий, ухудшается герметичность пневматических и гидравлических контуров, растет усталостная поврежденность металла. После определенного порога наступает ускоренное ухудшение технического состояния: незначительный дефект одного узла начинает вызывать вторичные повреждения связанных элементов.

Для грузовых автомобилей проблема особенно важна, поскольку они работают с большой массой, часто эксплуатируются в циклах с интенсивными разгонами и торможениями, движутся по дорогам с разным качеством покрытия, подвергаются значительным вибрационным и ударным нагрузкам.

При старении таких машин первыми критически проявляются тормозная система, рулевое управление, подвеска, шины, рама, сцепление, трансмиссия, система охлаждения, топливная аппаратура и электрооборудование.

Международная практика технического контроля рассматривает исправность транспортного средства как обязательное условие его допуска к эксплуатации. В европейской системе периодических проверок дорожной пригодности особое внимание уделяется тормозам, рулевому управлению, подвеске, колесам, световым и звуковым приборам, выбросам, состоянию несущих элементов и данным автомобиля [1]. Это подтверждает, что техническое состояние устаревшего грузового автомобиля должно рассматриваться не только как вопрос ремонта, но и как комплексная задача надежности, безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости, безопасности и экологичности.

Целью настоящей работы является научно обосновать, как именно меняется техническое состояние устаревших грузовых автомобилей, какие параметры ухудшаются быстрее всего, какими методами можно оценивать степень снижения и какие меры позволяют продлить безопасный эксплуатационный ресурс автомобиля.

Понятие технического состояния грузового автомобиля. Техническое состояние автомобиля - это совокупность фактических значений параметров его узлов, агрегатов и систем, определяющих способность транспортного средства выполнять заданные функции в установленных условиях эксплуатации. К таким параметрам относятся эффективность торможения, люфт рулевого управления, токсичность отработавших газов, давление в пневмосистеме, состояние шин, величина зазоров в подшипниках и шарнирах, работоспособность звуковой и световой сигнализации, герметичность воздушных, топливных и масляных систем, температура рабочих жидкостей, уровень вибрации и шумность.

В теории надежности техническое состояние машин обычно описывается через понятия исправности, работоспособности, предельного состояния и отказа. Исправное состояние автомобиля означает соответствие всем нормативным требованиям. Работоспособное состояние автомобиля допускает наличие отдельных несущественных отклонений, которые не препятствуют выполнению основных функций. Предельное состояние характеризуется тем, что дальнейшая эксплуатация без ремонта становится технически и экономически нецелесообразной. Отказ - это событие, при котором автомобиль теряет способность выполнять заданную функцию.

Для устаревшего грузового автомобиля граница между работоспособным и предельным состоянием часто становится нечеткой. Автомобиль может продолжать движение, но уже имеет увеличенный тормозной путь, несинхронное торможение колес, повышенный люфт рулевого управления, ухудшенную устойчивость при маневрировании, повышенный расход топлива и масла. Поэтому оценивать техническое состояние только по факту «едет - не едет» методически неверно. Необходимо измерять параметры технического состояния, сравнивать их с нормативными значениями и анализировать динамику изменений.

На практике техническое состояние определяется тремя группами признаков: структурными, функциональными и диагностическими.

Структурные признаки отражают физический износ деталей: трещины, коррозию, деформации, потерю толщины, износ фрикционных накладок.

Функциональные признаки показывают, как автомобиль выполняет работу: тормозит, поворачивает, разгоняется, охлаждается, удерживает давление.

Диагностические признаки позволяют косвенно оценить состояние без полной разборки: вибрация, шум, температура, давление, дымность, утечки, ошибки электронных блоков.

Таким образом, техническое состояние устаревшего грузового автомобиля является многопараметрической характеристикой. Его изменение нельзя описать одним показателем, поскольку каждый узел имеет собственную скорость ухудшения и собственные предельные значения.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Таблица 1

Основные элементы технического состояния грузового автомобиля и их контролируемые параметры, характер изменения и возможные последствия

Агрегаты или узлы	Контролируемые параметры техсостояния	Характер изменения при старении	Возможные отрицательные последствия
Тормозная система (воздушная или гидравлическая)	Эффективность торможения, герметичность, давление, износ накладок	Снижение тормозного момента, утечки воздуха или жидкости, неравномерность торможения	Увеличение тормозного пути, занос, отказ тормозов
Рулевое управление	Люфт, усилие на руле, состояние тяг и	Рост зазоров, износ наконечников,	Потеря точности управления,

Агрегаты или узлы	Контролируемые параметры техсостояния	Характер изменения при старении	Возможные отрицательные последствия
	шарниров	утечки усилителя	ухудшение устойчивости
Подвеска и ходовая часть	Амортизаторы, рессоры, сайлентблоки, ступичные подшипники	Усталостные трещины, просадка рессор, рост вибрации	Ухудшение плавности хода, перегрузка рамы и шин
Двигатель	Компрессия, расход масла, дымность, температура, давление масла	Износ цилиндро-поршневой группы, ухудшение смазки и охлаждения	Падение мощности, перегрев, рост расхода топлива
Трансмиссия	Шумы, вибрации, люфты, температура масла	Износ зубьев, подшипников, синхронизаторов и карданных шарниров	Удары при переключении, потеря тяги, отказ узла
Рама и кузов	Трещины, коррозия, геометрия, состояние креплений	Усталостные повреждения и потеря жесткости	Нарушение геометрии, риск разрушения несущих элементов
Электрооборудование	Стартер, генератор, проводка, освещение, датчики	Окисление контактов, старение изоляции, ложные сигналы	Отказы запуска, недостаточная видимость, ошибки управления

Закономерности изменения технического состояния при старении.

Изменение технического состояния грузового автомобиля подчиняется общим закономерностям старения технических систем. В начале эксплуатации наблюдается приработка деталей, когда микронеровности поверхностей сглаживаются, а контактные пары формируют устойчивые условия трения. При правильной эксплуатации этот период непродолжителен и не сопровождается опасным ростом отказов.

Основная часть срока службы соответствует периоду нормального износа. В это время параметры меняются относительно плавно: увеличиваются зазоры, снижается эффективность уплотнений, постепенно стареют резиновые элементы, изменяются свойства смазочных материалов. Если техническое обслуживание проводится своевременно, большинство отклонений устраняется до перехода в предельное состояние.

Для устаревших автомобилей характерен переход к стадии ускоренной деградации. В этот период одновременно проявляются несколько процессов: усталость металла, коррозия, старение полимеров, накопление загрязнений в топливной и смазочной системах, ослабление резьбовых соединений, снижение точности регулировок. Вероятность отказа начинает расти не линейно, а ускоренно, поскольку дефекты взаимно усиливают друг друга.

Обобщенная закономерность ухудшения технического состояния может быть представлена через коэффициент технической готовности K_t , который уменьшается от единицы к нулю по мере накопления пробега, возраста и отказов. На практике значение K_t не является нормативным универсальным показателем, но удобно для аналитического описания тенденции: чем ниже K_t , тем больше отклонения параметров от допустимых значений и выше вероятность отказа.

Наши наблюдения на грузовых автотранспортных предприятиях показывают следующие значения коэффициента технической готовности автомобилей.

при $L = (0,0 \div 0,25) L_k$, $\alpha_t = 1,0 \div 0,97$;

при $L = (0,25 \div 0,5) L_k$, $\alpha_t = 0,93 \div 0,88$;

при $L = (0,5 \div 0,75) L_k$, $\alpha_t = 0,85 \div 0,80$;

при $L = (0,75 \div 1,0) L_k$, $\alpha_t = 0,75 \div 0,60$

где, L – фактический пробег автомобиля, тыс км.

L_k – нормативный пробег до списания автомобиля, тыс км.

При качественном проведении ТО и ТР и регулярном проведении диагностических работ и применении кондиционных запасных частей значение коэффициента технической готовности автомобилей заметно увеличивается.

Изменение технического состояния основных агрегатов и систем: двигатель и системы его обеспечения. Двигатель устаревшего грузового автомобиля подвергается абразивному, коррозионному и термическому износу. Наиболее характерны снижение компрессии, увеличение расхода моторного масла, рост дымности, ухудшение запуска, падение мощности и повышение температуры в тяжелых условиях. Износ цилиндрико-поршневой группы приводит к увеличению прорыва газов в картер, загрязнению масла продуктами сгорания и ускоренному износу подшипников скольжения.

Топливная аппаратура при старении теряет точность дозирования. Для дизельных грузовиков это проявляется в ухудшении распыла топлива, неравномерности подачи по цилиндрам, увеличении дымности, повышенном расходе топлива и затрудненном холодном пуске. Работа системы охлаждения

также резко ухудшается: засоряется радиатор, снижается производительность насоса, стареют патрубки, ухудшается работа термостата.

Факторы, ускоряющие ухудшение технического состояния. Скорость изменения технического состояния зависит не только от конструкции автомобиля, но и от условий его эксплуатации. Один и тот же грузовик может сохранить приемлемое состояние при своевременном обслуживании и быстро перейти в предельную область при нарушении режима эксплуатации. Для устаревших автомобилей влияние внешних факторов усиливается, поскольку запас прочности деталей уже частично исчерпан.

К основным эксплуатационным факторам относятся нагрузка, частые разгоны и торможения, движение по дорогам с неровным покрытием, работа в горной местности, высокая запыленность, резкие температурные колебания, длительная работа на холостом ходу, несвоевременная замена воздушного, масляного и топливного фильтров, применение некондиционных запасных частей.

Перегрузка является одним из наиболее разрушительных факторов. Она повышает нагрузку на раму, рессоры, подшипники, тормоза, шины и трансмиссию. Даже кратковременная систематическая перегрузка ускоряет усталостное разрушение, а также увеличивает тепловую нагрузку на тормозные механизмы и двигатель.

Климатические условия также имеют большое значение. Высокая температура ускоряет старение резины, снижение вязкости смазочных материалов и перегрев двигателя. Низкая температура затрудняет пуск, ухудшает прокачиваемость масла, повышает хрупкость некоторых материалов. Повышенная влажность и солевые реагенты ускоряют коррозию рамы, тормозных трубопроводов и электрических соединений.

Отдельно следует выделить человеческий фактор. Несоблюдение регламента технического обслуживания, эксплуатация с известными неисправностями, игнорирование диагностических признаков, попытка заменить плановую профилактику аварийным ремонтом резко ухудшают техническое состояние устаревшего грузового автомобиля.

Таблица 2

Факторы ускоренного старения грузовых автомобилей

Фактор	Основной механизм воздействия	Наиболее уязвимые узлы	Диагностический признак
Перегрузка	Рост напряжений и температуры	Рама, рессоры, тормоза, шины,	Просадка подвески, трещины, перегрев

Фактор	Основной механизм воздействия	Наиболее уязвимые узлы	Диагностический признак
		мосты	тормозов
Плохое покрытие дороги	Ударные и вибрационные нагрузки	Подвеска, рулевые тяги, крепления, кабина	Стуки, люфты, разрушение втулок
Пыль и грязь	Абразивный износ и загрязнение фильтров	Двигатель, топливная система, шарниры	Падение мощности, рост расхода топлива
Высокая температура	Старение резины, перегрев, ухудшение смазки	Шины, патрубки, двигатель, электроника	Трещины, утечки, перегрев
Нерегулярное ТО	Работа узлов вне оптимальных режимов	Все системы автомобиля	Накопление мелких дефектов
Некачественные запчасти	Несоответствие материала и размеров	Тормоза, подвеска, фильтры, уплотнения	Короткий срок службы после ремонта

Диагностические показатели и методы контроля. Диагностика технического состояния устаревшего грузового автомобиля должна быть комплексной. Внешний осмотр необходим, но недостаточен: многие дефекты проявляются только под нагрузкой или при измерении параметров. Поэтому рациональная система контроля должна включать визуальный осмотр, инструментальную диагностику, дорожные испытания, анализ эксплуатационных данных и оценку истории ремонтов.

В международной практике периодическая проверка технической пригодности включает контроль тормозов, рулевого управления, подвески, шин, световых приборов, выбросов, состояния рамы, кузова и идентификационных элементов [1; 2].

Основными диагностическими признаками ухудшения состояния являются: увеличение тормозного пути, неравномерное торможение, повышенный люфт рулевого управления, вибрация на скорости, стуки в подвеске, неравномерный износ шин, утечки масла и топлива, рост температуры двигателя, падение давления масла, трудный запуск, повышенная дымность, увеличение расхода топлива, снижение напряжения в бортовой сети, частые отказы ламп и датчиков.

Для научно обоснованной оценки важно фиксировать не только текущее значение параметра, но и скорость его изменения. Если люфт рулевого управления или расход масла растет быстро, это указывает на ускоренную деградацию. Если тормозная эффективность снижается после каждого рейса с

перегрузкой, следует анализировать не только тормозные механизмы, но и режим эксплуатации автомобиля.

Наиболее эффективной является система технического мониторинга, в которой результаты диагностики связываются с пробегом, временем работы двигателя, массой перевозимого груза, условиями маршрута и проведенными ремонтами. Такой подход позволяет перейти от реактивного ремонта после отказа к прогнозному обслуживанию по фактическому состоянию.

Таблица 3

Диагностические признаки изменения технического состояния

Система	Измеряемый или наблюдаемый признак	Что означает ухудшение	Рекомендуемая проверка
Тормоза	Падение эффективности, увод в сторону, утечка воздуха	Износ, разрегулировка или негерметичность привода	Стендовая проверка тормозных сил и герметичности
Рулевое	Рост свободного хода рулевого колеса	Износ шарниров, рулевого механизма, усилителя	Измерение люфта, осмотр тяг и креплений
Двигатель	Дымность, расход масла, падение мощности	Износ ЦПГ, форсунок, турбокомпрессора	Компрессия, анализ выхлопа, давление масла
Подвеска	Стуки, просадка, раскачивание	Износ рессор, амортизаторов, втулок	Осмотр, вибродиагностика, проверка геометрии
Шины	Неравномерный износ, трещины, перегрев	Нарушение давления, углов установки, перегрузка	Измерение протектора, давления, балансировка
Электрика	Нестабильный запуск, ошибки датчиков	Старение проводки, плохие контакты	Проверка генератора, АКБ, массы, разъемов

Преимущество интегральной оценки заключается в том, что она объединяет разнородные параметры в единую систему принятия решений. Однако приоритет всегда должен оставаться за критическими системами: неисправность тормозов или рулевого управления не может быть компенсирована хорошим состоянием двигателя или кузова.

Практические последствия эксплуатации устаревших грузовых автомобилей. Ухудшение технического состояния устаревших грузовых автомобилей имеет технические, экономические, экологические и организационные последствия. С технической точки зрения увеличивается вероят-ность

внезапных отказов, снижается стабильность эксплуатационных характеристик и растет потребность в внеплановом ремонте. Машина становится менее предсказуемой: один и тот же маршрут может проходиться с различным расходом топлива, температурным режимом и уровнем вибрации.

С экономической точки зрения старение автомобиля увеличивает совокупную стоимость владения. Даже если первоначально эксплуатация старого грузовика кажется выгодной из-за отсутствия затрат на приобретение новой техники, фактические расходы на топливо, масло, ремонт, простой, запасные части и снижение производительности могут превысить экономию. Особенно затратный повторяющиеся неисправности, когда устраняется следствие, но не ликвидируется первичная причина деградации.

С точки зрения безопасности ухудшение технического состояния повышает риск аварийных ситуаций. Наиболее опасны дефекты тормозов, шин, рулевого управления, подвески и несущих элементов. Данные исследований аварийности крупных грузовиков показывают, что тормозные дефекты и другие неисправности транспортного средства могут заметно повышать риск дорожно-транспортных происшествий [3; 5].

С экологической точки зрения старый грузовой автомобиль чаще имеет повышенную дымность, большой расход топлива, утечки масла и топлива, повышенный шум и вибрацию. Даже при исправном состоянии старые конструкции обычно уступают современным автомобилям по уровню выбросов и энергоэффективности. При ухудшении технического состояния этот разрыв возрастает.

Организационное последствие состоит в том, что автопредприятию приходится переходить от стандартного планового обслуживания к более сложной системе контроля по фактическому состоянию. Для старых машин недостаточно формально выполнять межсервисный интервал; необходимо чаще проводить диагностические операции, вести историю дефектов и принимать решение о капитальном ремонте или списании на основе данных.

ВЫВОДЫ

- Техническое состояние устаревшего грузового автомобиля ухудшается неравномерно: после длительного периода постепенного износа наступает стадия ускоренной деградации.

- Возраст автомобиля необходимо оценивать совместно с пробегом, условиями эксплуатации, качеством обслуживания и ремонтов.

•Критическими системами являются двигатель тормоза, рулевое управление, шины, подвеска, рама и световая сигнализация, передний, средний и задний мосты, поскольку их дефекты напрямую влияют на безопасную эксплуатацию.

•Инструментальная диагностика технического обслуживания является обязательным условием объективной оценки состояния, так как многие неисправности и отказы не выявляются простым визуальным осмотром.

•Научно обоснованный подход предполагает применение фактического технического состояния, статистики отказов, диагностики критических систем и экономической оценки остаточного ресурса. Такой подход позволяет определить, когда автомобиль можно безопасно эксплуатировать, когда требуется ремонт, а когда дальнейшая эксплуатация становится технически и экономически нецелесообразной.

•Таким образом, изменение технического состояния устаревших грузовых автомобилей представляет собой закономерный процесс накопления износа, старения материалов и роста вероятности отказов. Управлять этим процессом возможно только при системной диагностике, свое-временном техническом обслуживании, контроле эксплуатационных режимов и своевременном принятии решений о ремонте или списании.

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Directive 2014/45/EU of the European Parliament and of the Council of 3 April 2014 on periodic roadworthiness tests for motor vehicles and their trailers. EUR-Lex. URL: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX: 32014L 0045](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32014L0045)
2. United Nations Economic Commission for Europe. Agreement Concerning the Adoption of Uniform Conditions for Periodical Technical Inspections of Wheeled Vehicles and the Reciprocal Recognition of Such Inspections, 1997. UNECE. URL: <https://unece.org/transport/vehicle-regulations>
3. Federal Motor Carrier Safety Administration. Report to Congress on the Large Truck Crash Causation Study. FMCSA. URL: <https://www.fmcsa.dot.gov/safety/research-and-analysis/report-congress-large-truck-crash-causation-study>
4. Tapak P., Bujňák J., et al. Periodical Vehicle Inspections with Smart Technology. Applied Sciences. 2023. Vol. 13, No. 12, 7241. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/12/7241>
5. Insurance Institute for Highway Safety. Large trucks: research and crash risk factors. URL: <https://www.iihs.org/research-areas/large-trucks>

6. ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике. Термины и определения. Межгосударственный стандарт.
7. ГОСТ 33997-2016. Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки. Межгосударственный стандарт.
8. Болдин А. П., Максимов В. А. Основы технической эксплуатации автомобилей. Учебное пособие. М.: Академия, 2018.
9. Техническая эксплуатация автомобилей; Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и дополн. / Е. С. Кузнецов, А.П.Болдин, В.М.Власов и др. - М.: Наука. 2004. 535 с.
10. Волков В. С. Надежность и диагностика автотранспортных средств. М.: Машиностроение, 2019.
11. Ishonchlilik nazariyasi va diagnostika asoslari: Oliy o'quv yurtlari uchun darslik. / A.A.Tojiboyev, Q.M.Sidiqnazarov, K.I.Ibraximov, N.V.Kuznetsov, T.: "Extremum-Press" 2015, 296 b.
12. Малкин В.С. Техническая эксплуатация автомобилей. Теоретические и практические аспекты. Учеб. пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2007-288 с.
13. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, - Ташкент 1996-128 с.
14. O'z DSt 1057 : 2004 Автотранспорт воситалари техник холатига хавфсизлик талаблари.