

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Р.Х. ХАСАНОВ

ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Рекомендовано Ученым советом государственного образовательного учреждения «Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов обучающихся по программам высшего профессионального образования по автотранспортным специальностям и специализациям

Оренбург 2003

ББК 39.3я73
X - 24
УДК 629.331 (075.8)

Рецензент

кандидат технических наук, доцент А.К. Бабушкин

X24 Хасанов Р.Х.
Основы технической эксплуатации автомобилей: Учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 193 с.

ISBN

В пособии рассмотрены состояние отечественного автотранспортного комплекса; требования предъявляемые к инженеру автомобильного транспорта; основные положения технической эксплуатации автомобилей; факторы, влияющие на техническое состояние автомобилей; основные закономерности изменения технического состояния; система обеспечения работоспособности автомобилей; основные показатели технической эксплуатации.

Учебное пособие содержит конспект лекций и предназначено для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальности 150200, при изучении дисциплины «Техническая эксплуатация автомобилей»

X $\frac{3203030000}{6Л9 - 03}$
39.3я73

ББК

ISBN
2003

© Хасанов Р.Х.,

© ГОУ ОГУ, 2003

Введение

Автомобильный транспорт играет существенную роль в транспортном комплексе страны, регулярно обслуживая почти 3 млн. предприятий и организаций всех форм собственности, крестьянских и фермерских хозяйств и предпринимателей, а также население страны. В 2000 г. автомобильный парк России достиг 28 млн. ед., причем более 85 % легковых и грузовых автомобилей и автобусов принадлежат гражданам на условиях личной собственности. Согласно данным Министерства транспорта Российской Федерации, численность субъектов, осуществляющих автотранспортную деятельность, превысила 370 тыс., из них 61 % – предприятия и 39 % – физические лица. Согласно оценкам, вклад автомобильного транспорта в перевозки грузов составляет 75-77 %, а пассажиров (без индивидуального легкового) – 53-55 %. Регулярными автомобильными перевозками (основными в пассажирских перевозках) охвачено 1,3 тыс. городов и 78,9 тыс. сельских населенных пунктов. Общее число автобусных маршрутов протяженностью 1,9 млн. км превысило 32 тыс., из них 30 % – городские, 49 % – пригородные, 21 % – междугородные и международные.

Особенности и преимущества автомобильного транспорта, предопределяющие достаточно высокие темпы развития, связаны с мобильностью и гибкостью доставки грузов и пассажиров «от двери до двери», «точно в срок» и соблюдением при необходимости расписания. Эти свойства автомобильного транспорта во многом определяются уровнем работоспособности и техническим состоянием автомобилей и парков, зависящими, во-первых, от надежности конструкции автомобилей, во-вторых, от мер по обеспечению их работоспособности в процессе эксплуатации и от условий последней.

При этом, если надежность конструкции автомобилей закладывается на этапах проектирования и производства, то наиболее полное использование потенциальных возможностей обеспечивается этапом технической эксплуатации, а, следовательно, работоспособность автомобилей и парков обеспечивается подсистемой технической эксплуатации автомобилей.

Таким образом, несмотря на постоянный технический прогресс в области автомобилестроения, создания технологического оборудования по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава автомобильного транспорта, а также разработки новых обоснованных подходов к эксплуатации и ее условиям проблема разработки целостной системы технической эксплуатации автомобилей является актуальной.

1 Теоретические и нормативные основы технической эксплуатации автомобилей

1.1 Основные тенденции развития автомобильного транспорта и его технической эксплуатации

Как область практической деятельности ТЭА - это комплекс взаимосвязанных технических, экономических, организационных и социальных мероприятий, обеспечивающих:

1) своевременную передачу службе перевозок или внешней клиентуре работоспособных автомобилей необходимой номенклатуры и количества и в нужное для клиентуры время;

2) поддержание автомобильного парка в работоспособном состоянии при:

- рациональных затратах трудовых и материальных ресурсов;
- нормативных уровнях дорожной и экологической безопасности;
- нормативных условиях труда персонала

Как отрасль науки ТЭА определяет пути и методы управления техническим состоянием автомобилей и парков для обеспечения:

- регулярности и безопасности перевозок при наиболее полной реализации технико-эксплуатационных свойств автомобилей;

- заданных уровней работоспособности и технического состояния;

- оптимизации материальных и трудовых затрат;

- минимума отрицательного влияния автомобильного транспорта на население, персонал и окружающую среду.

Эффективность ТЭА обеспечивается инженерно-технической службой (ИТС), которая реализует цели и задачи ТЭА.



Рисунок 1.1 – Этапы «жизненного цикла» автомобилей

Таким образом, техническая эксплуатация автомобилей является одной из подсистем автомобильного транспорта, который включает также подсистему коммерческой эксплуатации (КЭ), или службу перевозок, и подсистему управления (У).

В зависимости от вида предприятий и рода их деятельности подсистема технической эксплуатации автомобилей организационно и экономически может выступать в качестве:

- производственной структуры (подсистемы) конкретного предприятия или их объединений (транспортная компания, холдинг, коммерческое автотранспортное предприятие), осуществляющей наряду с перевозками поддержание парка в работоспособном состоянии;

- независимого хозяйственного субъекта, оказывающего платные услуги владельцам разнообразных автотранспортных средств всех форм собственности.

В первом случае главный вклад ТЭА состоит в том, что она обеспечивает подсистему коммерческой эксплуатации предприятия работоспособными и технически исправными транспортными средствами, т.е. **обеспечивает саму возможность реализации транспортного процесса.** Задачи подсистем коммерческой эксплуатации и управления - наиболее эффективно использовать исправные автомобили, получить доход и рассчитаться с системой ТЭА в соответствии с ее фактическим вкладом в транспортный процесс и полученной прибылью. Иными словами, между подсистемами предприятия (или группы предприятий) устанавливаются организационно-управленческие и производственно-хозяйственные отношения и связи.

Во втором случае, широко распространенном в рыночных условиях, система технической эксплуатации трансформируется в сервисную систему (автосервис).

Сервис (сервисная система) - совокупность средств, способов и методов предоставления платных услуг по приобретению, эффективному использованию, обеспечению работоспособности, экономичности, дорожной и экологической безопасности автотранспортных средств в течение всего срока их службы. **Исполнитель** осуществляет в соответствии с существующими правилами предоставление услуг юридическим и физическим лицам - владельцам автотранспортных средств (**потребителям**). **Потребитель** использует, приобретает, заказывает услуги по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств либо имеет намерение воспользоваться ими.

Исполнителем и потребителем могут быть предприятие, организация, учреждение или граждане.

Техническая эксплуатация и сервис обычно включают в различных для разных предприятий комбинациях следующие основные виды работ и услуг:

- подбор и доставку необходимых для предприятия или клиента автотранспортных средств, оборудования, запасных частей и материалов;

- куплю и продажу новых и подержанных автотранспортных средств и агрегатов, их оценку;
- предпродажное обслуживание и гарантийный ремонт;
- заправку, мойку, уборку и хранение;
- техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств в течение их эксплуатации;
- инструментальный технический осмотр и подготовку к нему;
- продажу запасных частей, материалов, комплектующих изделий и принадлежностей;
- предоставление автотранспортных средств в прокат и лизинг;
- техническую помощь на линии, эвакуацию;
- модернизацию, переоборудование и дооснащение автотранспортных средств, тюнинг;
- сбор и утилизацию отходов, образующихся при эксплуатации автотранспортных средств, включая прием и направление на переработку списанных изделий;
- информационное обеспечение владельцев автотранспортных средств;
- обучение и консультацию персонала автотранспортных предприятий, предпринимателей, физических лиц - владельцев автотранспортных средств.

Развитие автотранспортного комплекса требует совершенствования системы технической эксплуатации автомобилей, что диктуется рядом объективных и субъективных причин. Среди которых:

- 1) интенсивное развитие автомобильного транспорта и его роль в транспортной системе;
- 2) экономия трудовых, материальных, топливно-энергетических и других ресурсов, необходимых для технической эксплуатации автомобилей, при осуществлении транспортного процесса;
- 3) обеспечение транспортного процесса надежно работающим подвижным составом.

По отношению к автомобилю (А) составными частями (СЧ) являются агрегаты и механизмы, а по отношению к агрегатам и механизмам – детали. Автомобиль, агрегат, механизм, деталь могут объединяться общим понятием – объект или изделие.

Надежность автомобилей может обеспечиваться - с одной стороны, за счет повышения надежности автомобилей и их составных частей (А и СЧ) на этапах проектирования и производства путем изготовления деталей из новых материалов с более высокими эксплуатационными свойствами, применения высокопроизводительных и - технологичных процессов (электроискровое легирование, лазерная обработка и др.), разработки и обоснования прогрессивных конструктивных и технологических решений и т.д., а с другой стороны – за счет совершенствования методов и способов технического обслуживания, ремонта (метод дополнительной ремонтной детали, метод ремонтных размеров и др.) и обеспечения более благоприятных условий эксплуатации (путем обоснованного определения режимов работы, которые определены условиями смазки, температурного и силового нагружения и т.п.).

Требования к надежности транспортных средств повышаются в связи с увеличением скорости и интенсивности движения, мощности двигателей, грузоподъемности и вместимости автомобилей, а также технологической и организационной связью автотранспорта с обслуживающими предприятиями и другими видами транспорта.

Таблица 1.1 – Распределение ресурсов и средств за срок их амортизации при изготовлении, техническом обслуживании, текущем и капитальном ремонтах автомобиля, %

Технико-экономические показатели	Изготовление автомобиля	ТО	ТР	КР
Распределение расчетных капиталовложений по отдельным сферам (без учета стоимости подвижного состава)	11,4	84,4	-	4,2
Удельные соотношения затрат на изготовление автомобиля и дальнейшее поддержание его работоспособности за амортизационный срок	13,0	25,0	50,0	12,0
Распределение трудовых ресурсов за срок службы автомобиля	1,4	45,4	46,0	7,2
Расход металла за срок службы автомобиля	43,0	36,0	36,0	21,0



Рисунок 1.2 – Структура трудовых затрат за «жизненный цикл» грузового автомобиля.

Ранги управления	Эффективность работы автомобильного транспорта			
Показатели эффективности автомобильного транспорта	Прирост конечного продукта: объем перевозок, производительность, прибыль	Себестоимость перевозок	Производительность труда на перевозках	Безопасность транспортного процесса
Показатели эффективности ТЭА	Уровень работоспособности парка	Затраты на поддержание работоспособности парка	Производительность труда персонала, обеспечивающего работоспособность парка	Уровень влияния на экологическую и дорожную безопасность транспортного процесса
Уровень влияния ТЭА	25-27 %	22-26 %	20-36 %	24-34 %
Частные показатели эффективности подсистем ТЭА	Коэффициент технической готовности; наработка на отказ; вероятность безотказной работы в течение смены, рейса; ресурс до КР и списания; простой в ремонте по цехам, участкам АТП и др.	Затраты на ТО и Р по статьям затрат; агрегатам, цехам и участкам; видам ТО и Р; видам материалов и запасных частей	Производительность труда ремонтного персонала в целом, по цехам и участкам АТП, видам ТО и Р и др.	Наработка на ДТП, наработка на отказы элементов, влияющих на безопасность движения и окружающую среду

Рисунок 1.3

Наиболее важными из них являются подсистемы (рисунок 1.4).

C ⁰ Совершенствование ТЭА						
C ¹ ₀₁ Потребности в услугах и воздействиях по ТО и Р	C ¹ ₀₂ Система и организация ТО и РА	C ¹ ₀₃ Производственно-техническая база	C ¹ ₀₄ Персонал	C ¹ ₀₅ Система материально-технического обеспечения	C ¹ ₀₆ Подвижной состав и эксплуатационные материалы	C ¹ ₀₇ Условия эксплуатации
C ² ₀₁₁	C ² ₀₂₁	C ² ₀₃₁	C ² ₀₄₁	C ² ₀₅₁	C ² ₀₆₁	C ² ₀₇₁
C ² ₀₁₂	C ² ₀₂₂	C ² ₀₃₂	C ² ₀₄₂	C ² ₀₅₂	C ² ₀₆₂	C ² ₀₇₂
C ² ₀₁₃	C ² ₀₂₃	C ² ₀₃₃	C ² ₀₄₃	C ² ₀₅₃	C ² ₀₆₃	C ² ₀₇₃
C ² ₀₁₄	C ² ₀₂₄	C ² ₀₃₄	C ² ₀₄₄	C ² ₀₅₄	C ² ₀₆₄	C ² ₀₇₄
C ² ₀₁₅	C ² ₀₂₅	C ² ₀₃₅	C ² ₀₄₅	C ² ₀₅₅	C ² ₀₆₅	C ² ₀₇₅
	C ² ₀₂₆	C ² ₀₃₆	C ² ₀₄₆	C ² ₀₅₆	C ² ₀₆₆	
	C ² ₀₂₇	C ² ₀₃₇		C ² ₀₅₇		

Рисунок 1.4 - Подсистемы ТЭА

Ежегодно естественно увеличивающийся возраст и количество эксплуатируемых автомобилей, морально и физически устаревшее ремонтно-технологическое оборудование отечественных автотранспортных и авторемонтных предприятиях, не всегда удовлетворительное качество ремонта и обслуживания и недостаточный профессиональный уровень ремонтных рабочих и другие причины усугубляют сложившуюся ситуацию и предопределяют увеличение количества вредных выбросов в отработавших газах ДВС А (например, из-за неисправности системы питания или зажигания увеличение содержания вредных компонентов происходит в 2-7 раза, повышение уровня шума на 15-29%), потребления запасных частей (так для грузовых автомобилей, при пробеге до 50 тыс.км – 12 %; 100-150 тыс.км – 100 %; 150-200 тыс.км – 166 %; 300-350 тыс.км – 686 %). Таким образом, возникает необходимость разработки таких организационных, технических, технологических, экономических и социальных мероприятий которые

обеспечивали бы решение поставленных задач ТЭА.

Согласно ранее проведенных исследований структура трудовых затрат за весь «жизненный цикл» грузового автомобиля составляет: 1,5 % – изготовление; 45,5 % – техническое обслуживание; 45 % – текущий ремонт; 8 % – капитальный ремонт.

Главная задача дисциплины «Техническая эксплуатация автомобилей» заключается в профессиональной подготовке конкурентоспособных инженеров для ТЭА на основе раскрытия закономерностей изменения технического состояния автомобилей в процессе эксплуатации, изучения методов и средств, направленных на поддержание автомобилей в исправном состоянии при экономном расходовании всех видов ресурсов и обеспечении дорожной и экологической безопасности.

Техническая эксплуатация автомобилей, выполняя свои задачи, способствует повышению эффективности работы автомобильного транспорта, влияет на объем транспортной работы, прибыль, производительность труда персонала и безопасность транспортного и сопутствующих процессов (рисунок 1.3). Это влияние обеспечивается ТЭА в целом и ее подсистемами, которые называются целереализующими.

C_{01}^1 - анализ и формирование потребности в услугах и воздействиях по техническому обслуживанию (ТО), ремонту (Р) и подготовке автомобилей к эксплуатации (внешние потребности - рынок и внутренние потребности предприятия, диверсификация, корректирование производственной программы);

C_{02}^1 - нормативно-технологическое обеспечение и организация поддержания и восстановления работоспособности автомобилей и парков: система и виды ТО и ремонта, соответствующие нормативы, технологические процессы технического обслуживания, ремонта, хранения, заправки подвижного состава и др.;

C_{03}^1 - производственно-техническая база, характеризуемая видами предприятий (АТП, гаражи, станции технического обслуживания (СТО), мастерские, склады и т.д.), зданиями, сооружениями, технологическим оборудованием, используемыми при хранении, заправке, техническом обслуживании и ремонте;

C_{04}^1 - персонал, состоящий из ремонтных и вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников и частично водителей (при их участии в ТО и ремонте), выполняющий работы по техническому обслуживанию, ремонту, хранению и подготовке автомобилей к эксплуатации;

C_{05}^1 - снабжение и резервирование, характеризуемые каналами получения, хранения и методами доставки потребителям запасных частей и материалов, включая топливо, структурой дистрибьюторской сети, порядком расчетов за расходуемые запасные части и материалы и др.;

C_{06}^1 - эксплуатационные материалы и подвижной состав, качество, конструктивное совершенствование, уровень надежности, возрастная структура которого фактически определяют объемы и содержание работ по поддержанию и восстановлению работоспособности парков и отдельных автомобилей;

C_{07}^1 - условия эксплуатации подвижного состава (дорожные, природно-климатические, транспортные и другие условия), которые влияют на объем и содержание работ по поддержанию и восстановлению работоспособности парков и отдельных автомобилей;

C_{011}^2 - маркетинговый анализ рынка услуг (спрос, содержание, конкуренция);

C_{012}^2 - внутренняя потребность предприятия;

C_{013}^2 - оценка возможностей собственного производства (объем услуг, цены, предложения);

C_{014}^2 - диверсификация и расширение сфер деятельности предприятия;

C_{015}^2 - корректирование производственной программы предприятия с учетом внутренних и внешних потребностей;

C_{021}^2 - применение обоснованных нормативов системы;

C_{022}^2 - обеспечение выполнения рекомендаций и нормативов системы;

C_{023}^2 - совершенствование технологии, организации и управления процессами ТО и Р;

C_{024}^2 - обеспечение рабочих мест и исполнителей рациональной технологической и другой документацией;

C_{025}^2 - совершенствование учета и отчетности, компьютеризация и индивидуализация учета и отчетности при технической эксплуатации автомобилей;

C_{026}^2 - повышение адаптивности к изменению конструкций изделий и условиям работы;

C_{027}^2 - управление качеством ТО и Р;

C_{031}^2 - обеспеченность производственно-технической базой (ПТБ);

C_{032}^2 - оптимизация мощности и структуры базы;

C_{033}^2 - совершенствование проектной документации по строительству и реконструкции предприятий;

C_{034}^2 - оптимизация пропускной способности средств обслуживания;

C_{035}^2 - выбор средств механизации, автоматизации и роботизации ТО и ремонта;

C_{036}^2 - специализация и кооперация предприятий ПТБ на отраслевом, региональном и предметном уровнях;

C_{037}^2 - лицензирование предприятий и сертификация видов деятельности и услуг;

C_{041}^2 - обеспечение предприятия персоналом;

C_{042}^2 - повышение квалификации персонала;

C_{043}^2 - совершенствование систем стимулирования персонала;

C_{044}^2 - обеспечение стабильности трудовых коллективов;

C_{045}^2 - повышение престижности профессий;

C_{046}^2 - развитие форм взаимодействия персонала при работе в коллективах.

C_{051}^2 - совершенствование структуры системы материально-технического обеспечения;

C_{052}^2 - применение рациональных норм расхода топлив, масел и других ресурсов;

C_{053}^2 - обеспечение оптимальных запасов и методов их пополнения;

C_{054}^2 - совершенствование процессов заказа, приобретения и доставки новых и отремонтированных автомобилей, комплектующих изделий, материалов;

C_{055}^2 - развитие лизинга автомобилей и технологического оборудования;

C_{056}^2 - создание резерва производственных площадей, оборудования, персонала;

C_{057}^2 - создание резерва исправных автомобилей;

C_{061}^2 - выбор рациональных типов и моделей автомобилей;

C_{062}^2 - выбор эксплуатационных материалов;

C_{063}^2 - повышение качества восстановления и КР изделий;

C_{064}^2 - изменение структуры парка (тип, грузоподъемность, вместимость, применяемое топливо и др.);

C_{065}^2 - управление возрастной структурой парка, рациональные сроки службы;

C_{066}^2 - повышение уровня унификации изделий и материалов;

C_{071}^2 - совершенствование классификации условий эксплуатации, учет природно-климатических, дорожных, транспортных условий и интенсивности использования автомобилей;

C_{072}^2 - ресурсное корректирование нормативов ТО и Р с учетом условий эксплуатации;

C_{073}^2 - оперативное корректирование нормативов ТО и Р;

C_{074}^2 - выбор автомобилей, комплектующих изделий, материалов с учетом условий эксплуатации;

C_{075}^2 - использование автомобилей с учетом возраста, технического состояния и условий эксплуатации.

Являясь подсистемой автомобильного транспорта, ТЭА зависит от состояния и тенденций развития автомобильного транспорта (АТ), его роли в транспортной системе страны:

1) сохранение за автомобильным транспортом ведущего положения в транспортном обслуживании отраслей экономики и населения, объясняемое, прежде всего, гибкостью и оперативностью автомобильного транспорта, возможностью доставки грузов и пассажиров «от двери до двери» и «точно в срок». В 1998 г. вклад автомобильного транспорта в перевозки грузов в России составил 77 %, пассажиров (без индивидуального легкового) – 53 %. Эта тенденция свойственна развитым странам. Так, в 15 странах Европейской конференции министров транспорта (СЕМТ) вклад автомобильного транспорта в объемы перевозок в 1997 г. составил: по пассажиро-километрам (пасс.-км) - 93%, тонно-километрам (т-км) – 77 %;

2) продолжающийся, несмотря на сложную в 1991-2000 гг. экономическую ситуацию, рост автомобильного парка, увеличивающий нагрузку на ТЭА. С 1970 г. автомобильный парк вырос в 6 раз, составив в 1998 г. 21,7 млн. автомобилей и 1,6 млн. прицепов и полуприцепов. С 1990 по 1998 г. автомобильный парк увеличился в 1,8 раза, в том числе: легковой - на 50 %, грузовой - на 10, автобусный - на 14 %;

3) существенные изменения произошли в структуре автомобильного парка страны. Легковые автомобили в 1970 г. составляли 28,9 % парка, в 1980 г. - 54,1, в 1990 г. - 73,7, в 1995 г. - 79,8 и в 1998 г. - 83,3 %. Удельный вес грузовых автомобилей в парке соответственно сокращался: 49,3 %, 28,6, 22,6, 17,3 и 14,3 %. Подобные пропорции свойственны процессу автомобилизации большинства регионов и стран. Парк легковых автомобилей в мире составляет 77 %, в Северной Америке - 75, в Европе - 84, в Азии – 62 %;

4) происходит совершенствование конструкции автомобилей (системы впрыска и компьютерного управления рабочими процессами двигателя, турбонаддув, автоматические коробки передач, антиблокировочные устройства, системы кондиционирования и вентиляции и др.), что способствует повышению технико-эксплуатационных свойств, но одновременно серьезно повышает требования к методам, оборудованию и технологиям обеспечения работоспособности автомобилей при их технической эксплуатации;

5) на автомобильном транспорте коренным образом изменилась форма собственности. В результате численность субъектов, осуществляющих деятельность на автомобильном транспорте, с 1990 по 1998 г. увеличилась в 2,3 раза, удельный вес негосударственных предприятий возрос до 82 %, а имеющийся у них парк - до 77 % (таблица 1.1). При серьезном ослаблении (1991-

1999 гг.), а в ряде случаев и фактической ликвидации вертикали хозяйственного управления и контроля эта тенденция серьезно сказалась на правлении многочисленными субъектами, осуществляющими транспортную деятельность, особенно в обеспечении ими работоспособности, экологической и дорожной безопасности принадлежащих им автомобилей;

6) разгосударствление предприятий за 1990 – 1998 гг. привело к росту их численности в 2,3 раза, повысило конкуренцию на транспортном рынке и сняло традиционную проблему дефицита транспортных средств (в России), но одновременно привело к существенному сокращению размера АТП: по всем отраслям экономики – в 2,2 раза, а по подотрасли «Автомобильный транспорт» (ранее «Транспорт общего пользования») – в 2,8 раза (таблицы 1.2, 1.3).

Появление на автомобильном транспорте десятков тысяч малых предприятий и предпринимателей обострило проблему обеспечения необходимого технического состояния принадлежащих им автомобилей. Эти, особенно вновь организованные, предприятия не имели, а по экономическим соображениям и не могли иметь, собственной полноценной производственной базы, квалифицированного персонала, а часто традиций и опыта обеспечения работоспособности автомобилей на основе планово-предупредительной системы;

7) автомобильный транспорт продолжает оставаться из наземных видов транспорта наиболее ресурсоемким и опасным для населения и окружающей среды. Автомобильный транспорт расходует более 60 % топлива нефтяного происхождения, 70 % трудовых ресурсов, вызывает более 96 % дорожно-транспортных происшествий. На автомобильный транспорт приходится, согласно оценкам, 40-50 % загрязнения окружающей среды, в том числе в крупных городах - 60-70 %, а в мегаполисах - более 85 %. При этом не менее 25 % загрязнений объясняется техническим состоянием автомобилей и производственной деятельностью предприятий автомобильного транспорта;

Таблица 1.2 – Распределение зарегистрированных автомобилей, принадлежащих субъектам, осуществляющим деятельность на АТ

Тип автомо-билей	Количество автомобилей, %								
	всего	государств. и муниципал.		у предпринима-телей		частных		у субъектов смешанных форм собственности	
		в том числе	от типа	в том числе	от типа	в том числе	от типа	в том числе	от типа
Автобусы	8,7	3,9	44,8	0,8	9,2	1,2	13,8	2,8	32,2
Легковые	51,3	14,0	27,2	6,9	13,5	11,6	22,5	18,9	36,7
Грузовые	37,5	4,3	11,4	26,2	69,9	2,2	5,9	4,8	12,8
Прочие	2,1	0,9	44,6	0,2	11,2	0,3	14,4	0,6	29,8
ИТОГО	100*	23,1	-	34,1	-	15,3	-	27,1	-

* В том числе 0,4 – парк автомобилей общественных организаций

Таблица 1.3 – Средний размер автомобильного парка АТП

Год	Все отрасли экономики, ед.	Подотрасль «Автомобильный транспорт», ед.
1990	27	263
1992	22	163
1994	19	115
1996	18	111
1998	12	94

8) существенно повысились государственные требования к техническому состоянию, дорожной и экологической безопасности автотранспортных средств при производстве и эксплуатации, которые приближаются к международным. Обеспечение этих требований в течение всего периода эксплуатации, возможно при качественной работе инженерно-технической службы, определяемой квалифицированным персоналом и использованием при ТЭА методов, оборудования и технологий, адекватных уровню конструкции автомобилей;

9) развитие конкуренции на транспортном рынке требует детального и оперативного учета и оценки всех статей расходов и доходов, включая ТЭА, на нижних уровнях управления (цехи, участки, бригады, исполнители), возможных только при использовании новых информационных технологий - автоматизированных рабочих мест специалистов (АРМ), компьютерной и сетевой техники и др.;

10) в условиях преобладания негосударственных, в основном мелких и средних, АТП и отсутствия внутри страны реальной конкуренции производителей автотранспортной техники и материалов оказалась преждевременной фактическая ликвидация вертикали управления и регулирования деятельности автотранспортных предприятий к производителям и контролировать их реализацию.

Отмеченные таким образом факторы объективно сказались на уровне работоспособности автомобилей.

По данным Департамента автомобильного транспорта Министерства транспорта России коэффициент технической готовности грузовых автомобилей подотрасли «Автомобильный транспорт» снизился с 0,8 в 1991 г. до 0,75 в 1998 г. При этом грузовые автомобили использовались менее интенсивно: средний годовой пробег сократился соответственно с 42 до 20 тыс. км; продолжительность работы в течение суток - с 9,5 до 8,7 ч; коэффициент использования пробега - с 0,64 до 0,53.

Аналогичная ситуация в автобусном парке подотрасли: коэффициент технической готовности сократился за тот же период с 0,98 до 0,78, средний суточный пробег - с 236 до 219 км, продолжительность работы - с 11,5 до 10,5 ч в сутки, средний годовой пробег - с 61,6 до 50,6 тыс. км.

Таким образом, специалистам автомобильного транспорта и ТЭА предстоит, используя полученные знания, накопленный отраслью опыт и

традиции, возможности рыночных отношений, сформулировать и реализовать в новых условиях техническую политику обеспечения федеральным центром.

В этой связи, существуют следующие задачи практического и научного характера:

- пока не сформулирована четкая техническая политика отрасли в сфере ТЭА, которая ранее для всех предприятий, независимо от их ведомственной принадлежности, определялась Министерством автомобильного транспорта (ныне Министерство транспорта);

- практически прекратились разработки и обеспечение предприятий современной авторитетной нормативно-технологической документацией. В 1999 г. средний «возраст» такой документации, связанной с ТЭА, превысил 9 лет;

- без практики продолжительных приемочных эксплуатационных испытаний новой техники и материалов и замены их кратковременными стендовыми и лабораторными автомобильный транспорт, как отрасль, оказался лишенным собственной информационной базы по реальным показателям качества и надежности автомобилей в эксплуатации, позволявшей ранее федеральному органу, представлявшему интересы многочисленных владельцев автотранспортных средств, предъявлять обоснованные требования работоспособности растущего автомобильного парка страны.

Происходящие на автомобильном транспорте изменения существенно повышают требования к персоналу автомобильного транспорта и технической эксплуатации. Изменение форм собственности и диверсификация автотранспортных предприятий расширяют самостоятельность и круг деятельности специалистов и, что особенно важно, повышают требования к обоснованности принимаемых ими решений, оценке их экономических, технических, социальных и экологических последствий.

Следовательно, знания специалистов должны быть, с одной стороны, более универсальными, с другой - профессионально глубокими. Поэтому инженеры по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» должны быть специалистами широкого профиля, что обеспечит их хорошую конкурентоспособность и продвижение на рынке труда.

1.2 Основные понятия и определения ТЭА

Основной целью технической эксплуатации автомобилей является обеспечение эксплуатации автомобилей путем проведения своевременного и в полном объеме технического обслуживания и ремонта при минимальных затратах трудовых, материальных, природных, топливно-энергетических и других ресурсов.

В соответствии с «Положением о ТО и Р ПС АТ» под **работоспособным состоянием** подвижного состава автомобильного транспорта (ПС АТ) понимается такое, при котором значения всех параметров, характеризующих способность его выполнять транспортную работу, соответствуют требованиям нормативно-технической документации (НТД).

Таким образом, **работоспособность** – это состояние объекта, при котором оно способно выполнять функции в соответствии с параметрами, установленными НТД.

Отказ – это событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния ПС АТ.

Для разработки мероприятий по предупреждению и устранению существует классификация отказов. Отказы бывают:

1) по характеру возникновения – постепенные и внезапные:

а) постепенные отказы характеризуются монотонным изменением параметров технического состояния объекта (например, износы, усталостные разрушения и т.п.);

б) внезапные отказы характеризуются скачкообразным изменением параметра технического состояния объекта (например, отказ по причине превышения допустимого уровня нагрузки);

2) по источнику возникновения - конструктивные, технологические и эксплуатационные:

а) конструктивные отказы возникают вследствие нарушения установленных правил и (или) норм конструирования объекта (например, было установлено, что значительная доля блоков и головок цилиндров, поступающих в капитальный ремонт, является полностью неремонтопригодными из-за размораживания двигателей. В этой связи, был предложен один из способов предотвращения, либо резкого уменьшения такого вида разрушений путем установки предохранительных заглушек);

б) технологические отказы являются следствием нарушения или несовершенства процесса изготовления, ремонта или технического обслуживания;

в) эксплуатационные отказы вызваны нарушением правил эксплуатации;

3) по влиянию на работоспособность изделия – частичный и полный:

а) при частичном отказе объект перестает выполнять какую-либо одну (или несколько) из своих основных функций, продолжая при этом работать и выполнять остальные функции (например, отказ одной из спиралей ламп ближнего и дальнего света);

б) полный отказ характеризуется не возможностью выполнять все установленные функции;

4) по связи с другими элементами изделия – зависимые и независимые:

а) при зависимом отказе отказ одного из элементов объекта вызывает отказ или неисправность другого и (или) объекта в целом;

б) при независимом отказе отказ одного элемента объекта не влияет на исправность других элементов и объекта в целом;

5) по трудоемкости и продолжительности устранения – малая (до 2 чел-ч), средняя (от 2 до 4 чел-ч) и большая (чел-ч);

б) по частоте возникновения (наработке) – с малой наработкой (до 3...4 тыс. км), со средней наработкой (от 3...4 до 12...16 тыс. км) и большой наработкой (более 12...16 тыс. км);

7) по влиянию на потери рабочего времени – без потерь рабочего времени и с потерей рабочего времени:

а) без потери рабочего времени отказы устраняются во время запланированного ТО и Р или в нерабочее время (например, межсменное время);

б) с потерей рабочего времени отказы устраняются, произошедшие во время выполнения задания;

8) по последствиям – безопасные и опасные:

а) безопасные отказы не влекут за собой человеческие жертвы, не имеют вредного влияния на окружающую среду;

б) опасные отказы являются причинами человеческих увечий, жертв, оказывают вредные влияния на окружающую среду.;

9) по возможности устранения – устраняемые и неустраняемые.

В таблицах 1.4 и 1.5 приведены результаты исследования распределения отказов агрегатов и систем автомобиля МАЗ-5551 и автобусов среднего класса, которые позволяют принимать обоснованные мероприятия по обеспечению работоспособности.

Кроме того, объект может быть восстанавливаемым или невосстанавливаемым (т.е. объект, работоспособность которого в случае возникновения отказа конструктивно подлежит или не подлежит восстановлению в конкретной ситуации при эксплуатации), а также ремонтируемым или неремонтируемым (т.е. объект, исправность или работоспособность которого в случае возникновения отказа или неисправности подлежит или не подлежит восстановлению с точки зрения их приспособленности к ремонту и ТО с учетом экономической или технической целесообразности (цена или ресурс нового и отремонтированного изделия)).

Таблица 1.4 – Распределение отказов агрегатов и систем автомобиля МАЗ-5551 (в процентах) по продолжительности рабочего времени автомобиля, затрачиваемого на их устранение.

Наименование агрегата, системы	Процентное распределение	Наименование агрегата, системы	Процентное распределение
Рама	100	Задний мост	29
Двигатель	78	Передний мост	25
Коробка передач	75	Приборы электрооборудования	23
Сцепление	65	Подвеска	21
Кузов	61	Система питания	17

Под **исправным состоянием (исправностью)** ПС АТ понимается такое состояние, при котором он (ПС АТ) соответствует всем требованиям НТД. Соответственно, неисправность – это состояние ПС АТ, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований НТД.

ПС АТ с неисправными составными частями (СЧ), состояние которых не соответствует установленным требованиям безопасности или вызывает

повышенный износ деталей, не должен продолжать транспортную работу или выпускаться на линию. Другие неисправности могут быть устранены после завершения транспортной работы в пределах сменного или суточного задания.

Наработка – это продолжительность транспортной работы ПС АТ, определяемая пробегом в км, временем работы в мото-часах или циклом.

Ресурс – это наработка объекта от начала эксплуатации нового или после капитального ремонта (КР) до наступления его предельного состояния, оговоренная НТД.

Предельное состояние объекта в зависимости от значимости определяется 3 критериями:

1) технический критерий устанавливает такое состояние объекта, при котором оно либо не способно выполнять установленные функции, либо его работа обеспечивается критическим (или близком к критическому) состоянием. (Например, не обеспечение к.п.д., мощности, повышенный шум, скрежет и т.п.);

2) экономический критерий устанавливает такое состояние объекта, при котором дальнейшая его эксплуатация экономически не целесообразна. (Например, значительные затраты на запасные части, топливо, эксплуатационные материалы, длительные простои в ТО и ТР и т.п.);

3) критерий безопасности устанавливает такое состояние объекта, при котором он является опасным для людей и окружающей среды по какому-либо условию (безопасность дорожного движения, экологическая безопасность, безопасность труда и т.д.) экологические показатели не соответствуют требованиям экологической безопасности (например, не соответствие требованиям ЕВРО-3, ЕВРО-4, ISO).

При этом, **безопасность** объекта – это свойство, характеризующее его способность исключения угрозы для жизни и здоровья людей и вредного влияния на окружающую среду.

Для ПС АТ зачастую наблюдается тесная взаимосвязь критериев при определении предельного состояния. Например, износ цилиндро-поршневой группы автомобильных двигателей (ЦПГ) выше установленных НТД параметров характеризуется показателями, не соответствующими требованиям экологической безопасности.

Надежность – это комплексное свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах все параметры, обеспечивающие выполнение требуемых функций в заданных условиях эксплуатации и характеризующее такими свойствами, как долговечность, безотказность, ремонтпригодность и сохраняемость.

Долговечность – это свойство длительно сохранять работоспособность до предельного состояния при установленной системе ТО и Р.

Показателями долговечности являются: ресурс, γ – процентный ресурс, срок службы, γ – процентный срок службы.

γ – процентные показатели – это показатели, которые имеют или превышают в среднем обусловленное число (γ) процентов изделий данного типа.

Таблица 1.5 – Распределение отказов автобусов среднего класса

Элемент (агрегат)	Число отказов, %	Трудоемкость устранения		Затраты на запасные части, %	Простой в ремонте, %
		средняя трудоемкость отказа, чел-ч	отказов, %		
Двигатель	17,7	3,5	37,7	42,1	36,9
Система питания	2,5	1,0	1,5	1,8	2,4
Система выпуска	3,3	0,6	1,3	1,3	1,5
Система охлаждения	8,8	2,1	11,4	12,4	11,2
Сцепление	6,3	1,6	6,4	1,4	4,9
Коробка передач	5,6	2,2	7,5	5,8	6,7
Карданная передача	5,0	1,2	3,8	5,2	3,6
Задний мост	1,4	1,6	1,4	0,1	2,8
Подвеска	4,9	1,3	4,1	7,4	4,4
передний мост	4,6	1,9	5,5	3,6	3,6
Колеса и ступицы	0,6	2,1	0,8	0,8	0,8
Рулевое управление	2,0	0,5	0,7	0,9	0,8
Тормозная система	5,5	1,7	5,7	4,3	6,0
Электрообор удование и приборы	10,7	0,6	4,4	5,9	5,6
Прочее	21,1	-	7,8	7,0	7,8
Наработка = 200 тыс. км					

Безотказность – свойство непрерывно у сохранять работоспособность в течение заданного времени или наработки.

Показателями безотказности являются: средняя наработка до отказа (математическое ожидание наработки до отказа невозстанавливаемого изделия), средняя наработка на отказ (отношение наработки восстанавливаемого изделия к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки), интенсивность отказов (отношение среднего числа отказавших в единицу времени или наработки объектов к числу объектов, оставшихся работоспособными), параметр потока отказов (отношение среднего числа отказов восстанавливаемого объекта за произвольную малую его наработку к значению этой наработки; соответствует интенсивности отказов

для неремонтируемых изделий, но включает повторные отказы).

Ремонтопригодность – это приспособленность объекта к предупреждению, обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ТО и Р.

Показатели ремонтпригодности (РП) регламентируются рядом государственных стандартов и отраслевыми нормативно-техническими документами.

Согласно действующим методикам, при капитальном ремонте машин РП рекомендуется оценивать следующими показателями: средними оперативными и гамма-процентными значениями наработок, продолжительности, трудоемкости, стоимости капитального ремонта; удельными суммарными оперативными значениями продолжительности, трудоемкости и стоимости капитального ремонта; значением вероятности выполнения планового ремонта в заданное время; объединенными удельными значениями продолжительности, трудоемкости и стоимости технических обслуживаний и ремонтов.

Анализ состояния вопроса показал, что высокий уровень ремонтпригодности автомобилей и их составных частей во многом определяется объективностью системы нормативов, регламентирующих обеспечение ремонтпригодности на этапах расчета, проектирования, производства, эксплуатации и ремонта.

Обоснование и регламентация нормативов РП деталей, сопряжений, сборочных единиц и автомобиля в целом требует разработки и использования системы соответствующих показателей. В действующей нормативно-технической документации содержится комплекс оценочных показателей РП, которые являются организационно-технической основой решения указанной проблемы.

Однако возникает необходимость в разработке дополнительных универсальных показателей, которые были бы общими как для изделия в целом, так и для элементов его формирующих, а также содержали бы в себе информацию о качестве новых и отремонтированных изделий и потребляемых затратах трудовых и материальных ресурсов.

Кроме того, эти показатели должны быть общими для семейства изделий одного класса, чтобы обеспечить возможность сопоставления оценочных показателей уровня ремонтпригодности и прогнозных оценок уровня ремонтпригодности новых изделий на стадии их разработки.

Ветвь иерархического дерева конструкции (автомобиль, агрегат и т. д.) имеет вид, указанный на рисунок 1.5. Значение l определяет уровень иерархии. Длины ветвей иерархического дерева могут быть различны, но самый нижний уровень иерархии – деталь.

Коллективом ученых предлагается использовать универсальный комплексный показатель ремонтпригодности – показатель удельного полезного эффекта от изделия после ремонта, который будет тем выше, чем лучше используется его собственная масса, больше его доремонтная и межремонтная наработка, меньше удельные затраты на приобретение изделия,

его ремонт и издержки, связанные с необеспечением требований экологической безопасности.

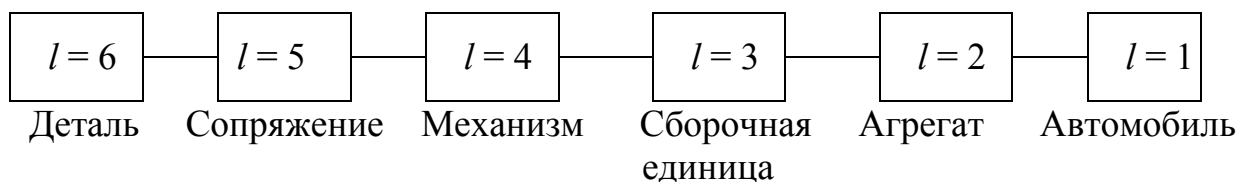


Рисунок 1.5 – Иерархическое дерево конструкции автомобиля /9/.

Кроме того, технологичность изделий характеризуется приспособленностью конструкции к выполнению определенных операций, которую рекомендуется оценивать следующими показателями:

Доступность – свойство конструкции изделия, определяемое следующими факторами:

- наличием рабочих зон для выполнения операций ТО и Р, а также свободного доступа к местам ТО и Р с учетом требований эргономики;
- возможностью использования необходимого инструмента, средств механизации и автоматизации; возможностью выполнения операций ТО и Р отдельных частей изделия без демонтажа других составных частей;
- возможностью выполнения операций одновременно несколькими исполнителями; рациональным размещением разъемов для внешних диагностических средств).

Легкосъемность – свойство конструкции изделия, определяемое следующими факторами:

- рациональным членением составных частей изделия, в том числе использованием блочно-модульного принципа;
- использованием рациональных способов крепления и соединения составных частей изделия, подлежащих демонтажу при ТО и Р, которые исключают при демонтаже необходимость в местных нагревах, применении химических веществ, больших усилий, ударов, сложной технологической оснастки, одновременного применения двух и более инструментов;
- обеспечением деталей посадками с гарантированным натягом и демонтажными базами; использованием на крышках люков замков, не требующих для открывания и закрывания специального инструмента;
- применением на составных частях, имеющих большую массу, приспособлений, облегчающих их снятие с изделия (захватов, рым-болтов и т.п.).

Взаимозаменяемость – свойство конструкции составной части, обеспечивающее возможность ее применения вместо другой аналогичной составной части без дополнительной обработки с сохранением заданного качества изделия, в которое оно входит.

Взаимозаменяемость определяется следующими свойствами: применением составных частей изделия одного назначения с одинаковыми характеристиками; допусками на присоединительные размеры, исключаящими

подгоночные операции и дополнительное регулирование после сборки отдельных сборочных единиц и изделия в целом; применением креплений, исключающих или сокращающих подгоночные и регулировочные операции при демонтаже составных частей изделия; ограничением числа сопряжений, не подлежащих обезличиванию и требующих селективного подбора деталей) и другими изделиями.

Технологичность различают эксплуатационную и ремонтную. Эксплуатационная технологичность проявляется при подготовке изделия к использованию при транспортировании, хранении, ТО и ТР, а ремонтная – при всех видах ремонтов, кроме текущего.

Сохраняемость – свойство объекта сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности после хранения и транспортирования.

Показателями являются срок сохраняемости средний и γ -процентный.

Эффективность ТЭА обеспечивается также и качеством автомобилей и их составных частей. Под **качеством** понимают совокупность свойств, определяющих степень пригодности автомобиля к выполнению заданных функций при использовании по назначению.

Оценку качества, надежности и других свойств автомобиля осуществляют при помощи параметров. Под **параметром** понимается качественная мера, характеризующая свойства объекта, определенная конкретным процессом. Параметры могут быть структурными, конструктивными и диагностическими.

Структурные параметры характеризуют свойство структуры и отражают качественную сторону процессов, происходящих в изделиях (тепловая напряженность, изменение микроструктуры, физико-механические свойства и др.). Они подразделяются на основные и дополнительные. При этом основные структурные параметры характеризуют возможность выполнения системой заданных функций, а дополнительные – удобство в эксплуатации, внешний вид и др.

Конструктивные параметры характеризуют качественную меру проявления технического состояния автомобилей и их составных частей по геометрическим характеристикам изделий (размеры деталей, геометрическим положением деталей относительно друг друга и т.п.)

Диагностические параметры характеризуют качественную меру проявления технического состояния автомобилей и их составных частей по косвенным признакам (шум, вибрация, дымность отработавших газов и др.).

Кроме того, параметры бывают входными и выходными. Входной параметр – это качественная мера воздействия на систему извне, а выходной характеризует внешнее проявление свойства системы. К входным относят нагрузку на двигатель, дорожные и климатические условия и др.. К выходным относят такие, как мощность двигателя, расход топлива, частота вибрации элементов трансмиссии, усилия торможения автомобиля и др.

Номинальная величина параметра характеризует, как правило, объект (сопряжение, узел, агрегат), как новый или капитально отремонтированный (в

некоторых случаях после обкатки и приработки).

Допустимая величина параметра – величина параметра, при котором объект (сопряжение, узел, агрегат) годен к эксплуатации без ремонта, регулировки или других профилактических мероприятий до следующего регламентированного контроля его технического состояния. Для ряда основных параметров технического состояния машин и механизмов установлены два допустимых значения. При этом, первая величина допустимого параметра определяется исходя из необходимости обеспечения работоспособности механизма до соответствующего технического обслуживания (обычно до ТО-2), вторая величина допустимого параметра – до очередного ремонта.

Предельная величина параметра – это величина параметра, при которой дальнейшая эксплуатация объекта (сопряжения, узла, агрегата) недопустима по техническому, экономическому критерию и (или) критерию безопасности.

Текущая величина параметра – это действительная величина параметра, измеренная (установленная) в процессе диагностирования, дефектации, ремонта и (или) ТО.

Для эффективной работы предприятий автотранспортного комплекса с учетом составленных и реализуемых планов и программ необходимо использование обоснованных нормативов.

Норматив – количественный или качественный показатель, установленный НТД и используемый для упорядочения процесса принятия и реализации решений.

По назначению различают нормативы, регламентирующие:

- свойства изделий (надежность, безопасность, производительность, масса и др.);
- состояние изделий (номинальные, допустимые и предельные значения параметров технического состояния) и материалов (плотность, вязкость, содержание компонентов, примесей и др.);
- ресурсное обеспечение (капиталовложения, расход материалов, запасных частей, трудовые затраты и др.);
- технологические требования, определяющие содержание и порядок проведения определенных операций и работ ТО, ремонта и др.

По уровню нормативы подразделяются на:

- федеральные (законы, стандарты, требования по дорожной, экологической или пожарной безопасности и др.);
- региональные, межотраслевые (положение о ТО и Р ПС и др.);
- отраслевые и групповые (группа предприятий, объединений, холдинг);
- внутриотраслевые и хозяйственные (применяемые на предприятии или группе предприятий нормативы, стандарты качества и др.).

Нормативы используются при определении уровня работоспособности автомобилей и парка, планировании объемов работ, определении необходимого числа исполнителей, потребности в производственной базе, в технологических расчетах.

К важнейшим нормативам технической эксплуатации относятся периодичности ТО, ресурс изделия до ремонта, трудоемкость ТО и ремонта, расход запасных частей и эксплуатационных материалов.

Диагностирование (контроль) – процесс определения технического состояния объекта без его разборки путем сопоставления измеренных показателей с нормативными, являющийся технологическим элементом ТО и Р.

Техническое обслуживание – комплекс профилактических организационно-технических мероприятий, направленных на поддержание изделия в исправном и работоспособном состоянии и надлежащем внешнем виде; обеспечение надежности, безопасности и экономичности работы АТ; снижение интенсивности ухудшения параметров технического состояния; предупреждение отказов и неисправностей, а также выявлению их с целью своевременного устранения. Положением по ТО и Р ПС АТ России в зависимости от назначения, периодичности, перечня и трудоемкости выполняемых работ предусмотрены следующие виды ТО: ЕО – ежедневное обслуживание, ТО-1 – первое техническое обслуживание, ТО-2 – второе техническое обслуживание и СО – сезонное обслуживание.

Ремонт – комплекс операций по восстановлению исправного и работоспособного состояния, ресурса А и СЧ. В соответствии с Положением о ТО и Р ПС АТ России в зависимости от назначения, характера и объема выполняемых работ ремонт подразделяется на капитальный (КР) и текущий (ТР).

1.3 Требования, предъявляемые к инженеру-механику автотранспорта

Слово и понятие «инженер» происходит от латинского *ingenium*: изобретательный, сообразительный, способный, образованный, знающий. В древности звание инженера присваивалось лицам, занимающимся строительством, прежде всего военным, а также изобретением и производством /1/.

Звание инженера почти триста лет существует в России. Инженерный труд, как и всякий другой, имеет свои особенности. Предметом труда инженера в основном являются как сам технологический процесс, так и его отдельные элементы, а также информация в различных формах ее проявления. В качестве средств труда зачастую выступают инженерные и управленческие методы, а также технологические приспособления, инструменты и оборудования.

Управленческий характер инженерного труда: передача инженеру (специалисту, руководителю, менеджеру) в связи с разделением труда наиболее сложных функций: координации, подготовки и организации производства.

Материальный характер инженерного труда: создание машин, оборудования, комплексов машин и оборудования, технологических процессов и управление ими в процессе эксплуатации.

Производственный характер инженерного труда - организация производства товара, предоставления услуг, т.е. формирование прироста валового внутреннего продукта.

В современном понимании **инженер** - это специалист с высшим образованием, который, опираясь на теоретические знания, профессиональные навыки, деловые качества, обеспечивает создание, преобразование, поддержание в работоспособном состоянии технических, технологических и других систем с требуемыми (заданными) показателями их функционирования.

Исходя из специфики производства, характера и методов решения производственных задач, весь инженерный корпус можно разделить на следующие группы:

1) конструирование и проектирование новых изделий, систем и сооружений (конструкторы, проектировщики, испытатели и др.);

2) промышленное изготовление новых изделий и систем или индустриальное строительство сооружений (технологи, производители работ и др.);

3) поисково-изыскательские работы (геодезисты, геологи, картографы и др.);

4) эксплуатация изделий, сооружений и систем (технологии-эксплуатационники, электрики, гидравлики, инженеры по техническому обслуживанию и ремонту и др.).

Четвертая группа специалистов является наиболее многочисленной. Именно от этой категории инженерного, а также работающего под его руководством эксплуатационного персонала зависит фактическая отдача, т.е. реализация потенциальных свойств новых изделий, сооружений или систем, создаваемых машиностроительным и строительным комплексами.

Первая составляющая требований к специалисту (I рисунок 1.6) конкретизируется в образовательных учреждениях и формирует у специалиста социальную и мировоззренческую позицию.

На производстве умение специалиста квалифицированно решать конкретные задачи обеспечит ему конкурентоспособность, профессиональную адаптацию и последующий рост в иерархии управления. Чем лучше при обучении он будет подготовлен к выполнению задач существующего производства, тем быстрее пройдет период адаптации, длящийся до трех лет, и успешнее будет протекать профессиональная деятельность специалиста. Эта вторая составляющая требований к специалисту, которую можно условно назвать стартовыми профессиональными требованиями, определяется существующим уровнем самого производства и стартовыми (первоначальными) должностями, предоставляемыми на производстве молодым специалистам (II рисунок 1.6).

Продолжительность активной трудовой деятельности специалиста составляет не менее 27-30 лет. За это время, во-первых, как правило, меняется место специалиста в иерархии управления предприятием, фирмой. Согласно имеющимся данным, за 9-11 лет специалист ИТС автотранспортного предприятия может пройти в среднем две-четыре ступени деловой карьеры.

Например, мастер —> руководитель трудового коллектива —> начальник производственно-технического отдела, цеха —> главный инженер. Естественно, что деловая карьера конкретного специалиста всегда индивидуальна. Однако наблюдаются три характерные схемы деловой карьеры, которые охватывают до 75-80 % всех известных случаев (таблица 1.6).



Рисунок 1.6 – Схема формирования требований к подготовке специалиста /1/

В производственной схеме инженер в качестве мастера, механика в начале трудовой деятельности руководит первичными производственными рабочими коллективами (бригадами, участками) и его перемещение происходит в пределах ИТС. Управленческая схема характерна тем, что начальные и последующие должности инженер занимает в аппарате управления ИТС (инженер, старший инженер, начальник технического отдела и др.). Смешанная схема включает наряду с работой специалиста в управлении руководство рабочими коллективами на различных уровнях.

Таблица 1.6 – Варианты деловой карьеры инженеров АТП /1/

Последовательно занимаемые должности	Средняя продолжительность работы, лет		
	Тип деловой карьеры и вероятность ее реализации		
	Производственная	Управленческая	Смешанная
	0,55	0,27	0,18
Первая	1,7	3,6	3,6
Вторая	2,7	3,6	2,9
Третья	4,2	3,2	3,0

Продвижение специалиста в иерархии управления сказывается на характере и содержании решаемых им задач. Если в среднем по инженерно-технической службе комплексного АТП на основные задачи эксплуатационно-технологической деятельности приходится 36 %, производственно-управленческой 32 % и учебно-производственной и воспитательной – 17 % рабочего времени, то для рядового инженера это соответственно 80, 4 и 17 %, начальника технического отдела - 31, 33 и 23 %, главного инженера - 12, 50 и 27 %.

Во-вторых, меняется само производство: уровень автотранспортной техники и технологического оборудования, требования, нормативы, законы, методы, технология и критерии управления и др. Адаптация специалиста и готовность его к изменению своего места на производстве и самого производства обеспечиваются третьей составляющей требований (III рисунок 1.6), которую можно назвать динамичностью профессиональных знаний. Эта составляющая должна учитывать как текущую модернизацию производства и деловую карьеру специалиста (III'), так и принципиальные изменения производства в перспективе (III''). Основы этой группы требований должны закладываться уже при подготовке специалистов, а затем дополняться с учетом конкретной ситуации (темпы научно-технического прогресса в отрасли, возникающие проблемы, сложившаяся деловая карьера специалиста и подготовка к перемещению специалиста в иерархии управления и др.) следующими методами:

- регулярная целевая переподготовка и повышение квалификации (курсы, факультеты повышения квалификации), проводимые через 4-5 лет;
- инициативное перманентное повышение квалификации и самообразование;

- получение дополнительного образования в связи с предполагаемым изменением функций и места в системе управления или личным желанием специалиста (второе образование, магистратура, аспирантура, школы бизнеса и др.).

Эксплуатация автомобильного транспорта — совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, направленных на эффективное использование и обеспечение работоспособности, экономичности, безопасности и экологичности автомобильного транспорта.

Объектами профессиональной деятельности инженера по специальности 150200 - «Автомобили и автомобильное хозяйство» являются предприятия и организации автотранспортного комплекса разных форм собственности, конструкторско-технологические и научные организации, автотранспортные, сервисные и авторемонтные предприятия, фирменные и дилерские центры автомобильных и ремонтных заводов, маркетинговые и транспортно-экспедиционные службы, система материально-технического обеспечения, оптовая и розничная торговля транспортной техникой, запасными частями, комплектующими изделиями и материалами, необходимыми в эксплуатации.

Инженер по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» является специалистом широкого профиля, способным к самостоятельной инженерной, исследовательской, управленческой и организационной деятельности в сфере эксплуатации автомобильного транспорта, и в соответствии с фундаментальной и специальной подготовкой может осуществлять следующие основные виды профессиональной деятельности:

- эксплуатационно-технологическую;
- проектно-конструкторскую;
- производственно-управленческую;
- научно-исследовательскую;
- учебно-производственную;
- сервисную.

Согласно государственному образовательному стандарту к инженеру предъявляют следующие требования:

- общие требования к образованности специалиста;
- по гуманитарным и социально-экономическим дисциплинам;
- по математическим и другим естественнонаучным дисциплинам;
- по общеобразовательным дисциплинам;
- по специальным дисциплинам (в данном случае и по технической эксплуатации автомобилей), которые построены по схеме: иметь представление, знать и уметь использовать, иметь опыт.

Указанные требования конкретизируются и реализуются в учебных планах, программах, практике подготовки и применительно к инженеру по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» могут быть сведены в следующие основные блоки.

Общая культура, социальная и гуманистическая направленность профессиональной и общественной деятельности:

- понимание приоритетности человеческой личности, прав, жизни и здоровья человека;
- уважение к Конституции и законам, соблюдение их;
- демократичность, законопослушание и дисциплинированность;
- патриотизм, основанный на понимании интересов России, знании ее истории, традиций технической интеллигенции, истории и традиций автомобильного транспорта и высшей школы;
- понимание общих закономерностей развития общества, экономики, техники; использование этих закономерностей и тенденций в профессиональной деятельности;
- предприимчивость, активность, стремление к лидерству;
- высокий моральный, культурный, профессиональный уровень;
- честность и деловое сотрудничество в общении с партнерами, клиентурой, персоналом и подчиненными;
- профессиональная и социальная активность в трудовом коллективе, профессиональных сообществах и организациях;
- умение отстаивать свои взгляды и позиции, особенно перед руководством;
- умение письменно и устно излагать свои мысли и предложения.

Высокие профессиональные знания и навыки:

- знание целей и места ИТС, основ и содержания транспортного законодательства;
- понимание экономических методов и механизмов управления отраслью и предприятиями;
- умение проводить маркетинговый анализ своей сферы деятельности;
- знание конструкции современных автомобилей, их технического обслуживания и ремонта, технологического оборудования;
- знание основ ведения нормативно-технической документации и умение применять его на практике;
- знание технологических процессов и методов ТО, ремонта, хранения и заправки;
- владение методами инженерных технологических и экономических расчетов;
- знание трудового законодательства, прав и обязанностей персонала, требований техники безопасности и охраны труда;
- знание причин, источников и размеров загрязнения окружающей среды от автомобильного транспорта; владение методами оценки и сокращения этого загрязнения;
- владение основами учета и делопроизводства;
- умение работать с научно-технической литературой (статистическая отчетность, справочники, стандарты, журналы), получать необходимую информацию;
- владение, как минимум, одним иностранным языком;

- владение новыми информационными технологиями и использование их на практике (ПК, сети, серверы, Интернет и др.);

- умение организовать свое рабочее место и поддерживать достойный внешний вид.

Умение принимать управляющие и инженерные решения:

- знание своих прав и обязанностей, задач подразделения и его места в иерархии управляющей системы (предприятия, организации, фирмы и т.д.);

- владение основами научного прогнозирования, базирующееся на понимании закономерностей развития системы;

- умение предвидеть появление проблем и расхождений;

- определение и разделение перспективных и текущих (оперативных) целей подразделения;

- умение сформулировать собственные цели и задачи, соответствующие генеральным целям системы;

- умение организовать поступление необходимой информации, ее своевременную обработку и анализ;

- понимание необходимости альтернативных решений и умение формулировать и сравнивать их;

- владение стандартными методами принятия решений в типовых производственных и рыночных ситуациях; умение идентифицировать эти ситуации;

- владение основами принятия решений в нестандартных ситуациях;

- понимание условий, в которых целесообразно обратиться к другим специалистам, руководству или внешним консультантам;

- умение поставить перед ними вопросы, требующие решения или согласования.

Умение реализовать решения и работать с персоналом:

- четкая постановка задач и формулировка целей перед исполнителями и подчиненными;

- умение делегировать часть своих обязанностей подчиненным;

- определение условий реализации решений перед руководством (сроков, ресурсов, ограничений и др.);

- тактичность общения с руководством и клиентурой;

- организация регулярного и поэтапного контроля исполнения решений;

- владение деловым стилем работы и общения с подчиненными: тактичность, требовательность;

- умение передавать знания и навыки, использование схемы: «делай как я!»;

- умение использовать, обобщать и развивать полезную инициативу и активность персонала

- забота об образовательном, профессиональном и культурном росте подчиненных; подготовка резерва, в том числе на свою должность;

- справедливое и открытое моральное и материальное поощрение или наказание подчиненных;
- умение организовать и возглавить команду, взять ответственность на себя.

Динамичность знаний специалиста, способствующая его профессиональному росту и адаптации к изменяющемуся производству:

- понимание основных закономерностей и пропорций, действующих в отрасли;
- системность взглядов и методов работы;
- гибкость и адаптивность;
- знание теоретических основ технической эксплуатации, умение их использовать на практике;
- умение обобщать и использовать отечественный и зарубежный опыт;
- понимание основных тенденций развития отрасли, знание прогнозов и направлений научно-технического прогресса;
- ознакомление с результатами НИР в отрасли, включая поисковые и фундаментальные;
- активное участие в профессионально-общественных мероприятиях (семинарах, конференциях, выставках и т.д.);
- самокритичность и систематическое повышение собственной квалификации, умение учиться;
- дозированное повышение самооценки и конкурентоспособности на рынке труда по мере накопления профессиональных знаний, навыков и умений.

Инженерный труд характеризуется определенными особенностями и функциями, который связан с проектированием, производством и эксплуатацией автомобильного транспорта.

Проведенный МАДИ анализ показал, что наиболее вероятными первичными должностями для специалистов являются: мастер – 28 %, механик – 20 %, инженер ПТО – 13 %, диспетчер ЦУП 4 %. В соответствии с анализом были выявлены наиболее характерные недостатки молодых специалистов: слабое умение работать с персоналом (ведение разъяснительной работы, вхождение в контакт и т.п.), недостаточный уровень профессиональной подготовки, практически не знание документации, низкая дисциплина и другие.

По характеру решаемых инженером – механиком задач на долю технологических приходится более 35 %, организационно-управленческих - около 30 %, материально-технические примерно 12 % и остальные – 23 %.

От качества работы служб, обеспечивающих техническую эксплуатацию автомобилей, зависит:

1) загрязнение окружающей среды автомобилями (особенно при их неудовлетворительном состоянии), а также отходами, образующимися при хранении, заправке, техническом обслуживании и ремонте автомобилей (по данным МАДИ, для крупных городов доля всего автотранспортного комплекса составляет 20-24 %);

2) безопасность транспортного процесса, количество дорожно-транспортных происшествий, вызванных технической неисправностью

автомобилей (4-10 %);

3) количество несчастных случаев и профессиональных заболеваний инженерно-технической службы.

Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте область практической деятельности ТЭА.
2. Охарактеризуйте область научной деятельности ТЭА.
3. Опишите этапы «жизненного цикла» автомобиля.
4. Какие основные виды работ и услуг включает техническая эксплуатация и сервис автомобилей?
5. Какими основными объективными и субъективными причинами диктуется совершенствование системы технической эксплуатации автомобилей?
6. Какими методами и способами обеспечивается надежность автомобилей?
7. Что является главной задачей дисциплины «Техническая эксплуатация автомобилей»?
8. Опишите структуру трудовых затрат и распределение ресурсов и средств за срок их амортизации при изготовлении, техническом обслуживании, текущем и капитальном ремонтах за «жизненный цикл» автомобиля.
9. Опишите влияние показателей ТЭА на основные показатели эффективности автомобильного транспорта с учетом частных показателей подсистем ТЭА.
10. Охарактеризуйте подсистему ТЭА «Потребности в услугах и воздействиях ТО и ремонта автомобилей».
11. Охарактеризуйте подсистему ТЭА «Система и организация ТО и ремонта автомобилей».
12. Охарактеризуйте подсистему ТЭА «Производственно-техническая база».
13. Охарактеризуйте подсистему ТЭА «Персонал».
14. Охарактеризуйте подсистему ТЭА «Система материально-технического обеспечения».
15. Охарактеризуйте подсистему ТЭА «Подвижной состав и эксплуатационные материалы».
16. Охарактеризуйте подсистему ТЭА «Условия эксплуатации автомобилей».
17. Опишите состояние и тенденции развития автомобильного транспорта и его роль в транспортной системе страны.
18. Объясните такие понятия в ТЭА, как работоспособность, отказ, неисправность, наработка, ресурс.
19. Приведите классификацию отказов автомобилей.
20. По каким критериям определяется ресурс автомобилей?
21. Какие основные показатели надежности автомобилей используются в ТЭА?
22. Объясните такие понятия в ТЭА, как качество, параметр

(структурный, конструктивный и диагностический).

23. Что означает номинальная, допустимая и предельная величина параметра?

24. Что такое норматив? Какие нормативы предусматриваются в ТЭА?

25. Что такое диагностирование, техническое обслуживание, ремонт?

26. Охарактеризуйте управленческий, материальный и производственный характер инженерного труда в ТЭА.

27. Охарактеризуйте схему формирования требований к подготовке специалиста инженера автомобильного транспорта.

28. Какие виды деятельности может осуществлять инженер автомобильного транспорта?

29. Какими основными качествами должен обладать инженер автомобильного транспорта?

30. Какие основные показатели автомобильного транспорта оказывает влияние качество работы служб, обеспечивающих техническую эксплуатацию автомобилей?

2 Основные положения о техническом состоянии автомобилей

2.1 Техническое состояние автомобилей

Современный автомобиль представляет собой сложную систему, совокупность совместно действующих элементов – составных частей, обеспечивающих выполнение ее функций, изготовленную из различных материалов, с высокой точностью обработки поверхностей деталей.

Эксплуатация автомобилей осуществляется в различных дорожных и климатических условиях, что связано с влиянием на него различных механических, физических и химических факторов, обуславливающих изменение его технического состояния.

Безопасность (экологическая, активная и пассивная) и экономическая целесообразность при использовании автомобиля обеспечиваются его техническим состоянием, т.е. исправностью и работоспособностью. Техническое состояние автомобиля (агрегата, механизма, соединения) определяется совокупностью изменяющихся свойств его составных частей, характеризующихся текущим значением различных параметров. Таким образом, безопасная, производительная и долговечная работа автомобилей возможна при условии сохранения или незначительного изменения его первоначальных свойств в процессе эксплуатации, заданных при проектировании и обеспеченных при изготовлении, что обеспечит работу составных частей автомобиля в оптимальных условиях.

Современный автомобиль среднего класса состоит из 15 - 25 тыс. деталей, из которых от 7 до 9 тыс. теряют свои первоначальные свойства при работе, причем около 3,5 тыс. деталей имеют срок службы меньше, чем автомобиль, и являются объектом особого внимания при эксплуатации. Из них от 200 до 400 деталей «критических» по надежности, которые чаще других требуют замены, вызывают наибольший простой автомобилей, трудовые и материальные затраты в эксплуатации. У современных автомобилей примерно на 3 % номенклатуры запасных частей приходится от 40 до 50 % общей стоимости потребляемых запасных частей; на 9 % – от 80 до 90 % и на 25 – от 95 до 98 %. Этот факт подтверждает необходимость разработки организационно-технических мероприятий на АТП, направленных на получение объективной информации о техническом состоянии автомобилей и их составных частей. Ниже в таблице 5 приведены наименование конструктивных элементов автомобиля, их количество в автомобиле и конструктивные параметры, характеризующие их техническое состояние.

Изменение технического состояния А и СЧ происходит под влиянием постоянно действующих причин, обусловленных работой механизмов, случайных причин, а также внешних условий, при которых работает или хранится автомобиль. Случайные причины обусловлены нарушением правил и

норм НТД (скрытые дефекты и перегрузки конструкции, превосходящие допустимые пределы и др.).

В процессе эксплуатации на техническое состояние автомобилей оказывают влияние как внутренние, так внешние и факторы. К внутренним факторам относятся процессы, происходящие при работе автомобиля, его агрегатов, систем, узлов, механизмов и деталей; квалификация водителей; обслуживающего и ремонтного персонала; технологические процессы, используемые для ТО и Р и т.п., а к внешним – природно-климатические; дорожные условия и др. Если внутренними факторами путем каких-либо воздействий (технических, технологических, организационных и др.) возможно управлять, то к внешним факторам можно лишь приспособляться, путем обоснованного подхода к той или иной ситуации.

Таблица 2.1 – Конструктивные элементы и их параметры /1/

Конструктивный элемент автомобиля	Количество	Конструктивный параметр
Агрегат, система	от 15 до 20	Кинематическая схема; степень подвижности; структурная формула; вид соединения, передач, опор и уплотнений и др.
Узел, механизм	от 70 до 90	Взаимное расположение деталей и узлов; присоединительные размеры, зазоры, люфты, ходы др.
Деталь	от 15 000 до 25 000	Размер и конфигурация; вид материала, прочность; качество и точность обработки поверхности; характер взаимодействия и взаимного перемещения; электрическое, гидравлическое сопротивление и др.

Основными постоянно действующими причинами изменения технического состояния автомобиля, его агрегатов и механизмов являются: изнашивание, пластические деформации и усталостные разрушения, коррозия, физико-химические и температурные изменения материалов и деталей.

В таблице 6 приведено распределение отказов в процентах при пробеге 100 тыс. км для грузового автомобиля большой грузоподъемности и автобуса среднего класса

Изнашивание. Процесс изнашивания возникает под действием трения, зависящего от материала и качества обработки поверхностей, смазки, нагрузки, скорости относительного перемещения поверхностей и теплового режима работы сопряжения.

Изнашивание - это процесс разрушения и отделения материала с поверхности детали и (или) накопления ее остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и формы деталей /3,4,5/.

Результат изнашивания, определяемый в установленных единицах, называется износом, который может быть линейным, объемным, массовым. Интенсивность изнашивания - это относительные величины износа (отношение износа к пути трения или показателю, связанному с работой изделия, например километру пробега или часу работы автомобиля, числу циклов и т.д.).

Поверхности трения не являются абсолютно ровными; они обладают микронеровностями, величина которых зависит от точности обработки (точение – до 80 мкм, шлифование – от 2 до 20 мкм, полирование – от 0,8 до 1,3 мкм). При трении возникает взаимодействие микронеровностей трущихся поверхностей между собой и с абразивными частицами, попавшими в смазку. Разрушение нескольких слоев микронеровностей приводит к макроповреждениям – изменениям формы поверхности, размеров и формы деталей.

Таблица 2.2 – Распределение отказов в процентах при пробеге 100 тыс. км для грузового автомобиля большой грузоподъемности и автобуса среднего класса

Внешние признаки проявления отказов	Грузовой автомобиль большой грузоподъемности, %	Автобус среднего класса, %
Износ	40	37
Пластические деформации и разрушения В том числе:	26	29
обрыв, срыв, разрыв, срез	20	19
вытягивание, изгиб, смятие	6	10
Усталостные разрушения В том числе:	18	16
трещины	12	7
поломки	5	8
Температурные разрушения В том числе:	12	11
перегорание, замыкание,	5	7
подгорание	4	3
прогорание	3	1
закоксовывание		
Прочие	4	7
Всего	100	100

Изнашивание включает целый ряд физико-химических процессов. Происходит снятие тончайших слоев металла – микрорезание и смятие отдельных микронеровностей – пластическая и упругопластическая

деформация. В результате многократного упругого деформирования микровыступов возникает усталость – образуются трещины и происходит выкрашивание поверхности. Взаимодействие микронеровностей при больших давлениях и скоростях вызывает выделение тепла. Высокие локальные температуры могут достигать значений, вызывающих изменение структуры металла и повышение его хрупкости, а также приводить к термическим трещинам и даже расплавлению. Одновременно происходит молекулярное взаимодействие поверхностей, заключающееся в сращивании отдельных участков контакта микронеровностей и в переносе частичек металла с одной поверхности на другую.

Химическая активность поверхностей вызывает коррозию. **Коррозия** — процесс разрушения материалов вследствие физико-химического взаимодействия с внешней средой. Коррозионные поражения металлов и сплавов являются следствием окислительно-восстановительных реакций, происходящих на границе металл – газовая или жидкая среда. Долговечность кузова автобуса и легкового автомобиля, например, во многом определяются его коррозионной стойкостью. Скорость изнашивания резко меняется в зависимости от коррозионной агрессивности среды.

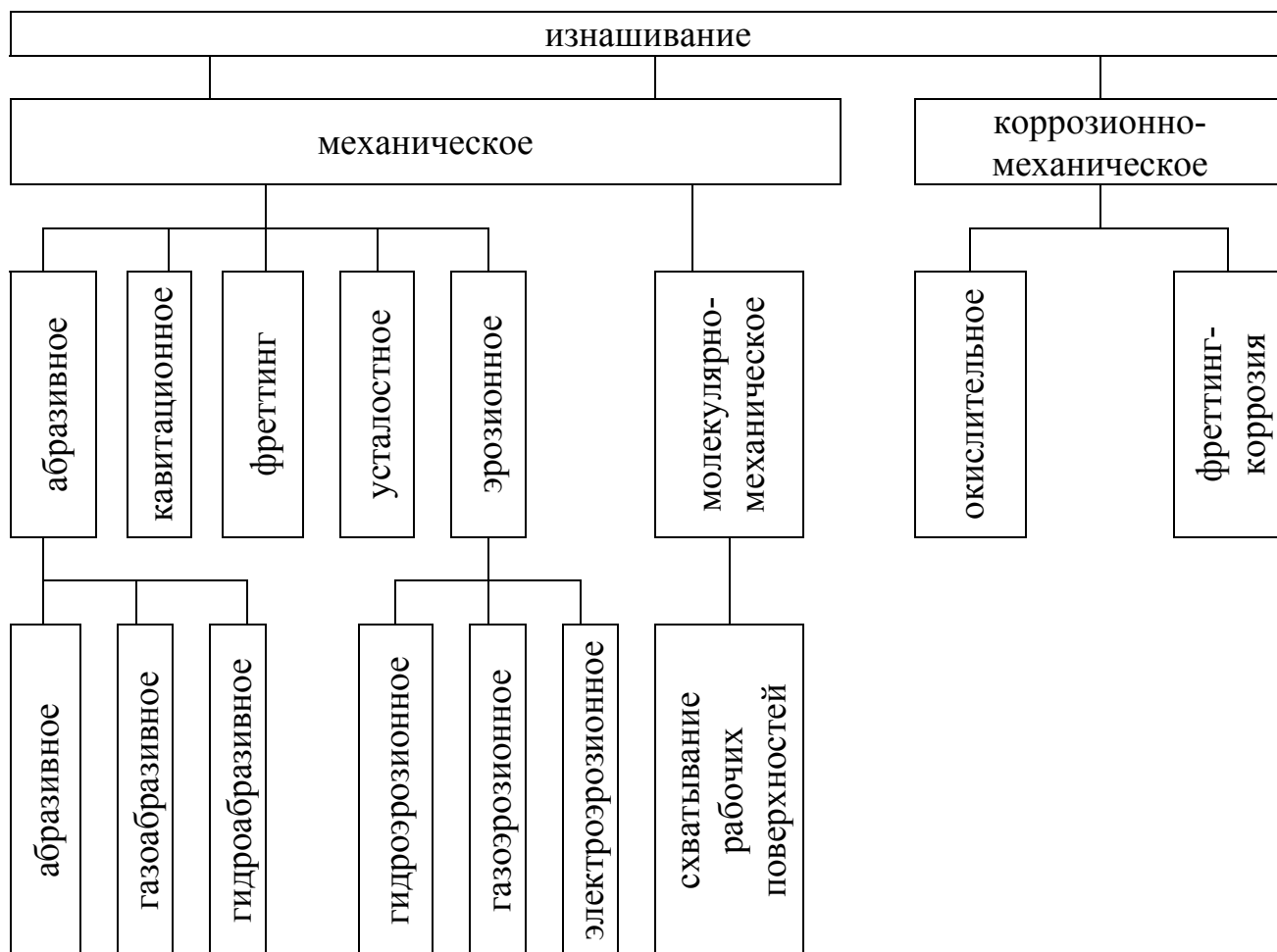


Рисунок 2.1 - Виды изнашивания деталей /21/

С целью управления процессом изнашивания деталей разработана классификация видов изнашивания деталей в зависимости от ведущих процессов разрушения поверхностей трения. Детали автомобилей подвержены практически всем видам изнашивания, которые делят на три основные группы: механическое, молекулярно-механическое и коррозионно-механическое (рисунок 2.1).

Механическое изнашивание является результатом механических действий и включает резание, царапание, деформирование, отслаивание и выкрашивание микрообъемов материала. Основными видами механического изнашивания деталей автомобилей являются: абразивное, гидро- и газоабразивное, гидро-, газо- и электроэрозионное, кавитационное, усталостное, и изнашивание при заедании.

Абразивное изнашивание состоит в основном в режущем и царапающем действии на деталь твердых частиц, находящихся в свободном или закрепленном состоянии. Царапание заключается в образовании углублений на поверхности в направлении скольжения под воздействием выступов сопряжений детали или свободных твердых частиц; при этом могут происходить многократная пластическая деформация и цикличное образование хрупкого слоя, который затем разрушается.

Изменение структуры материала происходит из-за высокого местного нагрева, ударов, неравномерного изнашивания отдельных зерен металла и т. д. В подшипники с антифрикционным слоем абразивные частицы вдавливаются и при трении увеличивают износ сопряженного вала. Абразивному изнашиванию в сочетании с другими видами подвержены практически все трущиеся детали автомобиля.

Гидроабразивному изнашиванию, происходящему под действием твердых частиц, взвешенных в жидкости и перемещающихся относительно изнашивающейся детали, подвержены водяные, топливные и масляные каналы, а также детали, смазываемые под давлением. При этом абразивными частицами являются не только частицы кварца (песка) и других соединений, попадающие на трущиеся поверхности снаружи, но и частицы нагара и продукты износа, образующиеся внутри агрегатов автомобиля.

Газоабразивное изнашивание возникает под воздействием частиц, взвешенных в газе. Этому виду изнашивания подвержены впускные и выпускные системы автомобильных двигателей, а также наружные лакокрасочные покрытия кузовов автомобилей особенно при работе в запыленных условиях. Наибольший износ трущихся поверхностей деталей автомобиля вызывают частицы кварца, поэтому обеспечение чистоты воздуха и эксплуатационных жидкостей, поступающих во внутренние полости агрегатов автомобиля, является важнейшим методом уменьшения интенсивности различных видов абразивного изнашивания.

Кавитация представляет собой образование, а затем поглощение парогазовых пузырьков в движущейся по поверхности детали жидкости при определенных соотношениях давлений и температур в переменных сечениях потока. Разрушение кавитационных пузырьков сопровождается

гидравлическими ударами по поверхности детали и образованием каверн (ямок), полостей. Примером кавитационного изнашивания являются каверны, наблюдаемые на наружных поверхностях гильз цилиндров двигателя, на полостях водяных насосов.

Изнашивание при **фреттинге** возникает при трении скольжения соприкасающихся деталей при возвратно-поступательных перемещениях в условиях динамической нагрузки с малыми амплитудами. Такое изнашивание проявляется в заклепочных, болтовых, шлицевых и шпоночных соединениях, рессорах.

Усталостное изнашивание является механическим изнашиванием в результате усталостного разрушения при повторном деформировании микрообъемов материала поверхностного слоя детали. Усталостное разрушение проявляется в виде выкрашивания – отделения частиц материала, приводящего к образованию ямок (питтинга) на поверхности трения. Следует также отметить, что на развитие питтинга большое влияние оказывает расклинивающее действие масла (эффект акад. П. А. Ребиндера), заключающееся в разрушении поверхностных слоев высоким давлением масла при затекании его в микротрещины. На поверхностях, где возможен выход масла из усталостных трещин, питтинги практически не наблюдаются. Усталостное разрушение имеет место на поверхностях кулачков и зубьев шестерен, в подшипниках качения трансмиссии, в антифрикционном слое вкладышей подшипников коленчатого вала двигателя.

Трение потоков жидкостей и газов о поверхности деталей вызывает их эрозионное и кавитационное изнашивание. **Эрозионное изнашивание** является механическим видом изнашивания в результате воздействия на поверхность детали потока жидкости – гидроэрозионное изнашивание – или газа – газэрозионное изнашивание. Гидро- и газэрозионное изнашивания представляют собой процесс вымывания и вырыва отдельных микрообъемов материала. Топливная аппаратура дизелей, жиклеры карбюратора, клапаны газораспределения двигателей подвержены эрозионному изнашиванию.

Электроэрозионное изнашивание является видом эрозионного изнашивания поверхности в результате воздействия разрядов при прохождении электрического тока. Этому виду изнашивания подвержены контакты прерывателя и свечей системы зажигания автомобильного карбюраторного двигателя.

На износ некоторых деталей, особенно выполненных из одинаковых материалов, большое влияние оказывает явление местного соединения в местах контакта, происходящее вследствие действия молекулярных сил – молекулярно-механическое изнашивание. При этом происходит перенос материала, так как материал одной детали, соединившись с материалом другой сопряженной детали, отрывается от первой и остается на поверхности второй детали. Процесс возникновения и развития повреждений поверхностей трения вследствие схватывания и переноса материала называют заеданием или схватыванием. **Схватыванием рабочих поверхностей**, таким образом, является изнашивание в результате схватывания, глубинного вырывания

материала, переноса его с одной поверхности трения на другую и воздействия возникших неровностей на сопряженную поверхность.

Изнашивание при схватывании рабочих поверхностей определяется свойствами материалов, трущихся деталей и зависит от скорости скольжения поверхностей, а также от температуры. Для деталей автомобиля, когда материал трущихся деталей подобран правильно, схватывание поверхностей может быть вызвано в основном повышением температуры при сухом трении и определяется налипанием и переносом частиц размягченного и даже расплавленного металла. Схватывание рабочих поверхностей может завершаться прекращением относительного движения деталей и вызывать их задир – повреждение поверхностей трения в виде широких и глубоких борозд в направлении скольжения. Такое явление может произойти при отказах систем охлаждения и смазки автомобильных двигателей заедание и, как следствие, наблюдаться задиры поршневых колец, поршней, гильз цилиндров, коренных и шатунных подшипников.

Коррозионно-механическое изнашивание является результатом механического воздействия, сопровождаемого химическим или электрическим взаимодействием материала со средой. Для деталей автомобиля коррозия при трении в основном связана с окислением материала поверхностей деталей, т. е. ведущее значение имеет окислительное изнашивание, при котором основное влияние на изнашивание имеет химическая реакция материала с кислородом или окисляющей окружающей средой.

При окислительном изнашивании кислород воздуха или растворенный в масле образует на металле окисную пленку, которая механически удаляется при трении. Затем процесс повторяется. Пластическая деформация поверхностных слоев усиливает окисление. Изнашивание в условиях агрессивного действия жидкой среды имеет аналогичный механизм, однако пленки, как правило, малостойки при трении и скорость процесса резко возрастает. Следует отметить, что пленки окислов и других соединений из-за неметаллической природы не способны к схватыванию. Это используют при разработке противозадирных присадок к маслам – образующиеся достаточно стойкие к стиранию пленки исключают молекулярное схватывание поверхностей. Долговечность, например, основных деталей цилиндропоршневой группы двигателя ограничивается коррозионно-механическим износом, возникающим вследствие выделения в цилиндрах из продуктов сгорания сернистой, серной, угольной, азотной и других кислот.

Изнашивание при **фреттинг-коррозии** наблюдается в том случае, когда изнашивание при фреттинге сопровождается агрессивным воздействием среды. Такое изнашивание может происходить в местах контакта вкладыша шеек коленчатого вала, постели в картере и крышке.

Пластические деформации и разрушения. Такие повреждения связаны с достижением или превышением пределов текучести или прочности соответственно у вязких (сталь) или хрупких (чугун) материалов. Обычно этот вид разрушений является следствием либо ошибок при расчетах, либо нарушений правил эксплуатации (перегрузки, неправильное управление

автомобилем, дорожно-транспортные происшествия и т.п.). Иногда пластическим деформациям или разрушениям предшествует механическое изнашивание, приводящее к изменению геометрических размеров и сокращению запасов прочности детали.

Усталостные разрушения. Этот вид разрушений возникает при циклическом приложении нагрузок, превышающих предел выносливости металла детали. При этом происходит постепенное накопление и рост усталостных трещин, приводящие при определенном числе циклов нагружения к усталостному разрушению деталей. Совершенствование методов расчета и технологии изготовления автомобилей (повышение качества металла и точности изготовления, исключение концентраторов напряжения) привело к значительному сокращению случаев усталостного разрушения деталей. Как правило, оно наблюдается в экстремальных условиях эксплуатации (длительные перегрузки, низкие или высокие температуры) в рессорах, полуосях, рамах.

Старение. Техническое состояние деталей и эксплуатационных материалов изменяется под действием внешней среды. Так, резинотехнические изделия теряют прочность и эластичность в результате окисления, термического воздействия (разогрев или охлаждение), химического воздействия масла, топлива и жидкостей, а также солнечной радиации и влажности. В процессе эксплуатации свойства смазочных материалов и эксплуатационных жидкостей ухудшаются в результате накопления в них продуктов износа, изменения вязкости и потери свойств присадок.

Детали и материалы изменяются не только при их использовании, но и при хранении: снижаются прочность и эластичность, например, резинотехнических изделий; у топлива, смазочных материалов и жидкостей наблюдаются процессы, сопровождаемые выпадением осадков.

Техническое состояние основной доли деталей автомобилей лимитируется износом его рабочих поверхностей (рисунок 2.2). При этом интенсивность изнашивания, являющаяся отношением величины износа к наработке зависит от различных факторов. Поэтому обеспечение износостойкости рабочих поверхностей деталей требует различных мероприятий как на стадиях проектирования и изготовления автомобилей, так и при эксплуатации.

Величина износа детали увеличивается в течение всего пробега (L , тыс. км) автомобиля до предельного состояния детали, но интенсивность изнашивания ($v_{и}$, мм/1000 км) различна на разных этапах работы (рисунок 2.2). Детали после сборки сопрягаются по выступам микронеровностей, образовавшихся при изготовлении. Размеры деталей в пределах заданных чертежом завода-изготовителя допусков имеют отклонения, что приводит к макронеровностям деталей – овальности, конусности, неплоскостности и т. д. Фактическая площадь контакта трущихся деталей в начальный период мала, поэтому происходит их приработка (рисунок 2.2, I). Приработка – это процесс изменения геометрии поверхностей трения и физико-механических свойств поверхностных слоев материала в начальный период трения, обычно

проявляющийся при постоянных внешних условиях в уменьшении работы трения, температуры и интенсивности изнашивания. Уменьшение приработочных износов достигается работой деталей в облегченных нагрузочных и скоростных режимах, применением специальных эксплуатационных материалов (масел, присадок) и усиленной очисткой их от продуктов износа. На период приработки деталей (в течение от 1 до 5 тыс. км) назначают режим обкатки автомобиля.

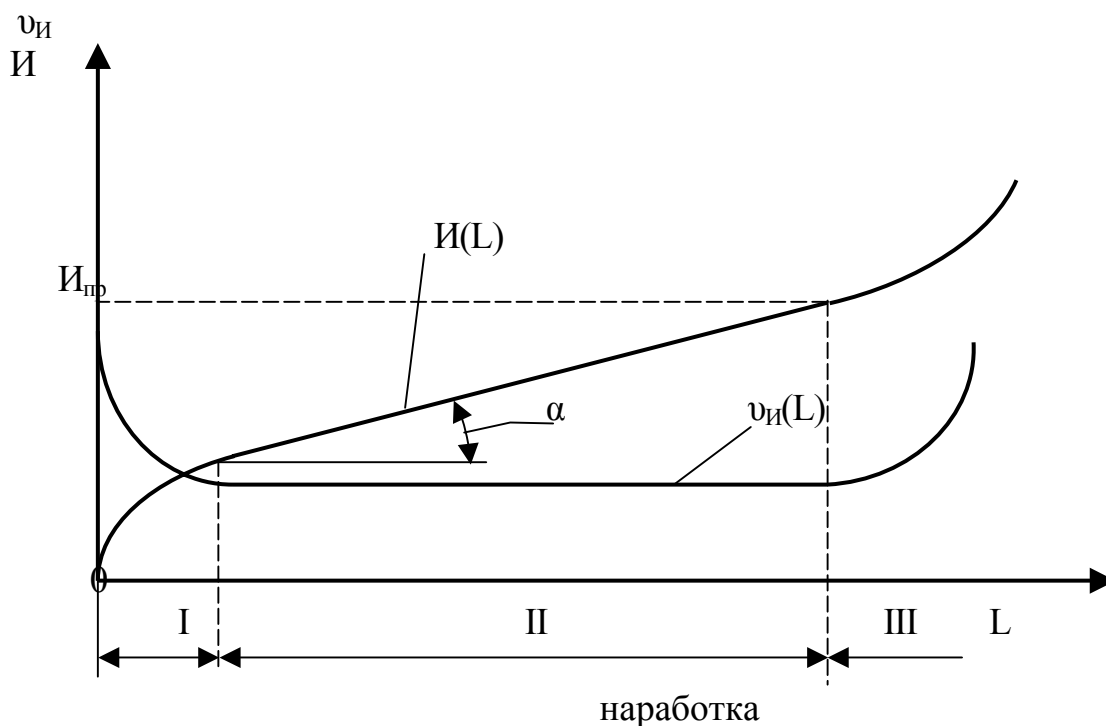


Рисунок 2.2 – Зависимость износа и интенсивности изнашивания детали от пробега автомобиля /5/

где $v_{и}$ – интенсивность изнашивания, мм/1000 км; I – износ, мм; $v_{и}(L)$ – зависимость интенсивности изнашивания детали от наработки; $I(L)$ – зависимость износа детали от наработки; $I_{пр}$ – величина предельного износа детали; α – угол, характеризующий изменение величины интенсивности изнашивания детали; I – период снижающегося изнашивания детали (период приработки); II – период установившегося изнашивания детали (период гарантийной эксплуатации); III – период увеличивающегося (аварийного) изнашивания детали (период пост гарантийной эксплуатации).

Период установившегося изнашивания (рисунок 2.2, II) характеризуется постоянной интенсивностью $v_{и}(L) = \text{const}$ и, следовательно, линейно – возрастающей прямой или близкой к ней кривой износа I при постоянном угле наклона α прямой на графике. Этот период, составляющий для различных деталей от 60 до 500 тыс. км пробега автомобиля, характеризуется стабильностью рабочих процессов, при котором происходят постепенное накопление напряжений и изменение размеров и формы детали.

В процессе эксплуатации износ рабочих поверхностей увеличивает зазоры в сопряжениях деталей, что приводит к ухудшению условий смазывания, повышению динамических, ударных нагрузок; разрушению специально обработанных износостойких поверхностных слоев. В результате интенсивность изнашивания повышается, что приводит к периоду аварийного изнашивания (рисунок 2.2, III). С целью исключения полного разрушения детали и всего сопряжения (особенно для деталей, обеспечивающих безопасность движения автомобилей) устанавливают величину предельного износа $I_{пр}$, соответствующую предельному состоянию детали на начало этого периода.

Знание основных причин изменения работоспособности и технического состояния важно как для совершенствования конструкции автомобилей, так и для выбора наиболее эффективных мероприятий по предупреждению отказов и неисправностей в эксплуатации.

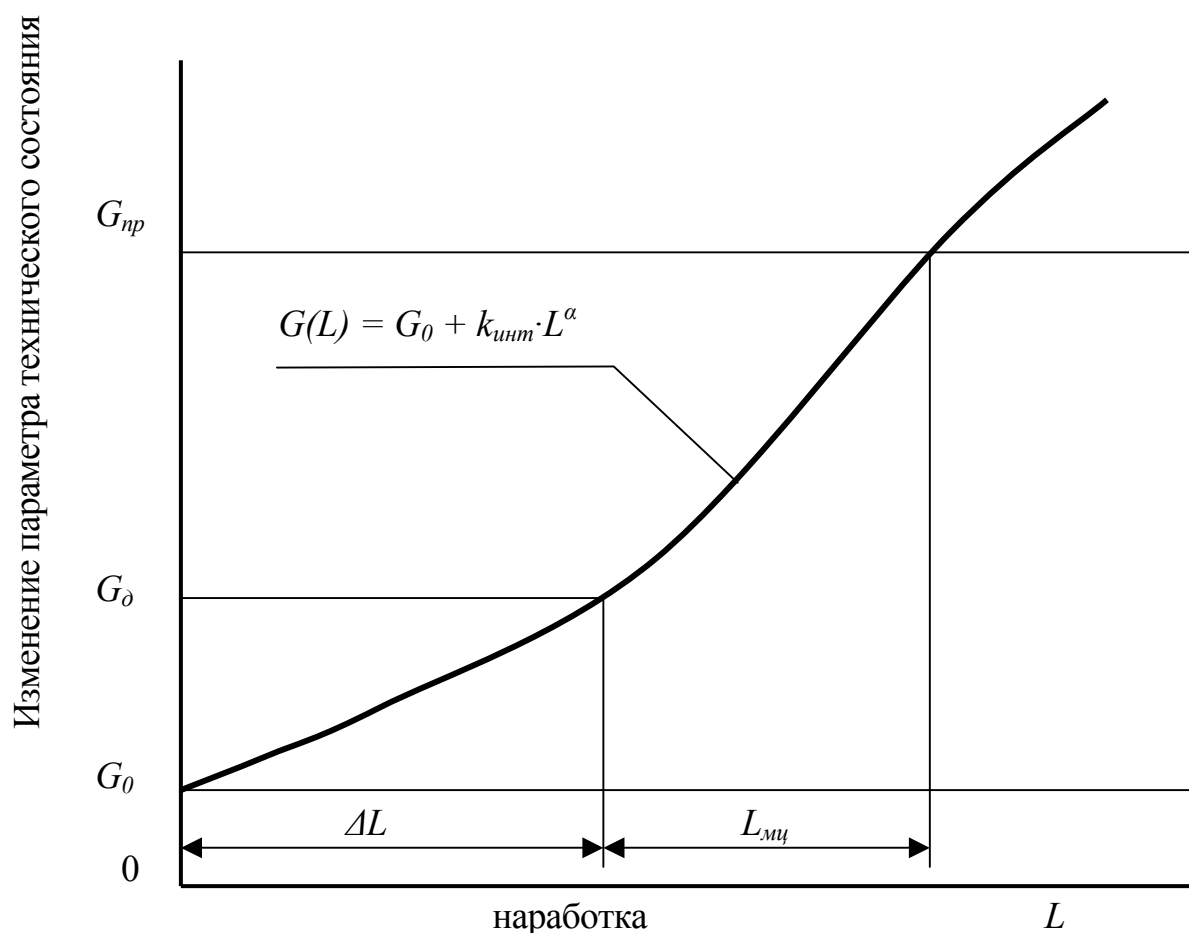


Рисунок 2.3 – Зависимость изменения параметра технического состояния кулачков распределительного вала автомобильного двигателя G от наработки L [7]

где G_0 - начальное значение параметра технического состояния; $G_д$ - допустимое значение параметра технического состояния; $G_{пр}$ - предельное значение параметра технического состояния; ΔL - запас работоспособности по техническому состоянию; $L_{мц}$ - величина межремонтного цикла; $k_{инт}$ -

коэффициент, характеризующий интенсивность изменения параметра от наработки; a – показатель динамики изнашивания.

2.2 Влияние квалификации ремонтных рабочих и водителей на эффективность технической эксплуатации автомобилей

Основными показателями, отражающими влияние профессионального мастерства водителей и ремонтных рабочих на эффективность технической эксплуатации автомобилей, являются показатели эксплуатационной надежности, экономичности и другие, такие как наработка на отказ или неисправность, продолжительность простоя в ремонте, расход запасных частей, расход топлива, наработка до капитального ремонта и другие.

По предварительной оценке совокупного влияния водителей и ремонтных рабочих на уровень технической готовности и затрат на ТО и ТР автомобилей на долю водителей приходится примерно 33 – 36 %, а на долю ремонтных рабочих – 64 – 67 %.

Влияние водителей на показатели надежности и ТЭА проявляются в выборе рациональных режимов работы агрегатов и автомобилей в конкретных условиях перевозок, способности своевременно фиксировать признаки приближающихся отказов и неисправностей и принимать меры по их предупреждению, в заинтересованности применять рациональные режимы вождения и работы агрегатов и следить за техническим состоянием автомобиля.

Качество вождения обуславливает соответствие режимов работы автомобиля условиям движения и степень приближения их к оптимальным. Оно определяется методами и мастерством вождения. Из методов вождения (импульсивный: разгон – накат; без применения наката с преимущественным использованием установившейся скорости; комбинированный) наиболее благоприятным является комбинированный в соответствии с реальными условиями движения.

Мастерство вождения заключается в достижении высоких скоростей движения при обеспечении безопасности, плавности хода и установленного расхода топлива. Показателями мастерства вождения могут быть: минимальное число разгонов, торможений, переключений передач; отсутствие частых и резких поворотов; минимально возможный перепад скоростей и нагрузок; поддержание соответствующего теплового режима; обеспечение плавности хода и т. д.

В зависимости от качества вождения изменяются режимы работы механизмов и агрегатов, нагрузки на детали трансмиссии и ходовой части, а значит, и скорость изнашивания деталей, сроки их службы. Например, при резком включении сцепления на механизмах трансмиссии создается динамическая нагрузка в 2 - 3 раза большая, чем при плавном включении. Это является следствием того, что при резком включении сцепления осевое усилие, передаваемое нажимным диском, может в 2 и более раз превышать статические силы сжатия нажимных пружин за счет действия инерционных усилий поступательно движущихся частей сцепления (муфты подшипника включения

сцепления с ободом и педали сцепления). При резком торможении возникают значительные динамические нагрузки в трансмиссии автомобиля, быстро изнашиваются протекторы шин.

При этом эти факторы обеспечиваются в процессе обучения, стажировки, практического вождения и обмена опытом, а также зависят от личностных психофизиологических свойств водителя, системы контроля и оценки деятельности предприятия, моральной и материальной заинтересованности. Главное влияние на показатели надежности автомобилей оказывает профессиональная подготовленность (мастерство) водителя и ее реализация (удельный вес от 65 до 70 %).

Таблица 2.3 – Влияние квалификации водителей на режим работы и надежность автобуса ЛАЗ-695 /6/

Класс водителей	Скорость движения, км/ч	Средняя частота вращения колен.вала, тыс. об./мин	Число торможений на 1 км	Путь при торможении, % от общего пути	Количество отказов, %	Ресурс агрегатов, %
А	35,3	1780	1,7	2,1	100	100
Б	33,6	2220	2,6	3,8	140	от 47 до 70

Примечание: А – водители с высоким профессиональным мастерством, определяемые не только классом, стажем, образованием, но и выполнением плана перевозок, безопасностью движения, надежностью автомобилей; Б - водители с высоким профессиональным мастерством, но с более низким уровнем выполнения плана перевозок, безопасности движения, надежности автомобилей.

Таблица 2.4 – Влияние качества вождения автомобиля на количество ТР

Пробег автомобиля с начала эксплуатации, тыс. км	Количество случаев ТР за исследуемый период		
	Количество исследуемых автомобилей	Автомобили с наименьшим количеством ТР	Автомобили с наибольшим количеством ТР
до 50	19	12	241
свыше 50 до 100	5	35	182
свыше 100 до 150	15	237	1723
свыше 150 до 200	4	178	668
свыше 200 до 250	7	357	1149
свыше 250	5	278	810
ИТОГО	55	1097	4773

Технико-экономический анализ (проведенный МАДИ) показал, что высокого профессионального мастерства обеспечивают существенный экономический эффект и на 44-55 % обеспечивают повышение показателей

эксплуатационной надежности автобусов с учетом дополнительных расходов на совершенствование подготовки и контроль реализации профессионального мастерства (учет затрат, аттестация и т.д.).

По данным английских специалистов, обучение и контроль работы водителей с использованием компьютерной техники снижают расход топлива на 10 – 14 %.

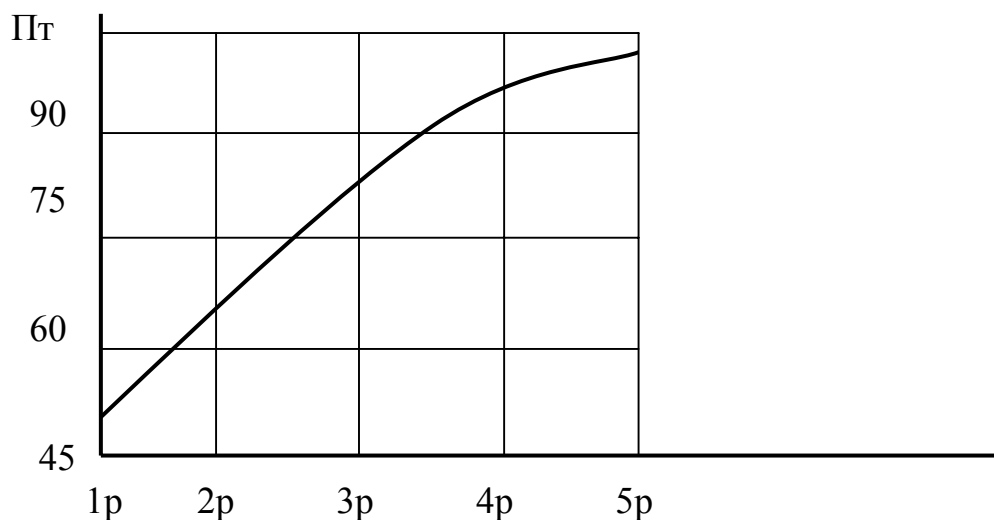


Рисунок 2.4 – Влияние квалификации на производительность труда ремонтных рабочих /6/

где Пт – производительность труда, %; 1-5р – разряды ремонтных рабочих.

Таблица 2.5 – Анализ специфики деятельности ремонтного рабочего АТП и слесаря-сборщика завода-изготовителя /6/

Наименование параметра	Слесарь-ремонтник	Слесарь-сборщик
Количество выполняемых операций	от 250 до 300	от 30 до 50
Уровень механизации, %	от 20 до 25	от 70 до 80
Обеспеченность технической документацией, %	от 30 до 50	от 30 до 100
Число обслуживаемых моделей автомобилей	от 5 до 7	от 1 до 2
Обеспеченность производственными площадями, %	от 50 до 60	от 80 до 100
Число используемого инструмента	от 30 до 40	от 3 до 7
Подготовка в учебных комбинатах, % от общего числа рабочих	5	100

Повышение профессионального мастерства ремонтных рабочих АТП является резервом роста эффективности труда и показателей ТЭА.

Условия труда ремонтных рабочих существенно отличаются от условий труда рабочих машиностроительных предприятий. При этом на долю фактора квалификации ремонтного рабочего приходится от 45 до 50 %.

Таблица 2.6 – Изменение количества ТО в зависимости от его качества

Виды работ	Качество ТО		
	неудовлетворительное	удовлетворительное	хорошее
Крепежные	43,0	15,3	7,3
Регулировочные	26,5	30,5	17,0
Восстановление герметичности и устранение неустановленных зазоров	19,9	14,2	27,1
Замена узлов, агрегатов, деталей	10,6	27,1	48,6

Например, при отсутствии своевременной или качественной регулировки клапанов двигателя может произойти подгорание их рабочих поверхностей (в случае отсутствия зазора в клапанном механизме). Эксплуатация автомобиля с неправильно отрегулированными углами установки управляемых колес, с пониженным или повышенным давлением в шинах приводит к усилению изнашивания шин и повышенному расходу топлива.

Следует отметить, что немаловажное значение имеет состояние и наличие ремонтно-технологического оборудования, приспособления и инвентаря, позволяющего на качественно высоком уровне проводить техническое обслуживание и ремонт подвижного состава автотранспортных предприятий.

2.3 Влияние условий эксплуатации на изменение технического состояния автомобилей и их составных частей

Условия, при которых осуществляется эксплуатация автомобиля, обеспечивают влияние на режимы работы его агрегатов и систем, вызывая ускорение или замедление интенсивности изменения параметров технического состояния. К таким условиям относят природно-климатические условия, дорожные условия, режим работы подвижного состава. В различных условиях эксплуатации реализуемые показатели надежности автомобилей за одинаковую наработку будут различаться, что скажется и на показателях эффективности технической эксплуатации. Учет условий эксплуатации необходим при определении нормативов ТЭА, потребности в ресурсах (персонал, производственно-техническая база, запасные части и материалы).

По результатам научно-исследовательских работ установлено, что стоимость цикла движения автопоезда в зависимости от колебания его скорости изменяется в несколько раз (рисунок 2.5).

Так, режимы работы грузового автомобиля при интенсивном городском движении изменяются по сравнению с движением по загородной дороге с одинаковым типом покрытия следующим образом:

- скорость движения сокращается на 50-52 %;
- среднее число оборотов коленчатого вала на 1 км увеличивается до 130-136 %;

- число переключений передач возрастает в 3-3,5 раза;
- удельная работа трения тормозных механизмов возрастает в 8-8,5 раза;
- пробег при криволинейной траектории движения (при поворотах, перестроениях и т.д.) увеличивается в 3-3,6 раза.

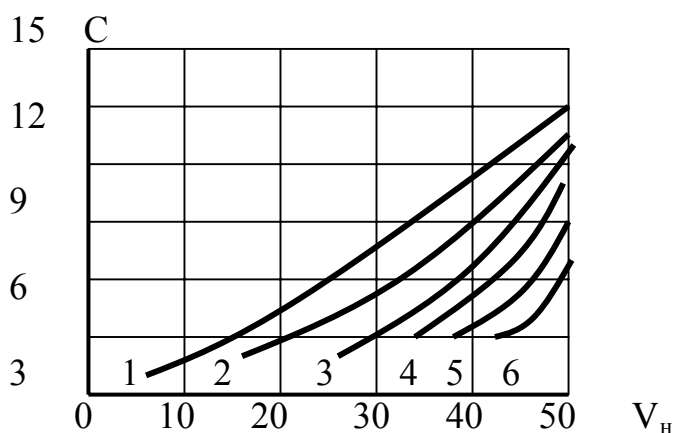


Рисунок 2.5 – Изменение относительной стоимости цикла движения автопоезда грузоподъемностью 16 т на дороге с усовершенствованным покрытием.

Где 1 – остановка; 2 – промежуточная скорость $V_{п} = 8$ км/ч; 3 – $V_{п} = 16$ км/ч; 4 – $V_{п} = 24$ км/ч; 5 – $V_{п} = 32$ км/ч; 6 – $V_{п} = 40$ км/ч; цикл $V_{н} - V_{п} - V_{н}$.

Таблица 2.7 - Влияние транспортных условий на надежность и производительность автомобилей, %

Параметр	Коэффициент использования			
	пробега β		грузоподъемности γ	
	0,7	0,9	0,8	0,9
Производительность	120	122	114	132
Число отказов и неисправностей	109	119	104	112
Число замен деталей и агрегатов	105	114	102	105
Примечание. Для $\beta = 0,5$ и $\gamma = 0,7$ значения параметров приняты за 100%				

Таблица 2.8 - Влияние дорожных условий (покрытия) на объем ТР

Наименование работ	% от количества ТР автомобиля			Средняя периодичность, тыс. км		
	асфальто-бетонное	булыжное	грунто-вое	асфальто-бетонное	булыжное	грунто-вое
Замена шпилек	5-10	-	17-26	7,5-11,5	-	1,7-5,8
Крепление фланца полуоси	1,5-2,5	-	5-16	до 33,5	-	5,7-17,5
ТР подвески	4-6	16-18	24-26	7-10	2,6-3,8	2,6-3,8

Таблица 2.9 – Сезонные изменения объема текущего ремонта грузового автомобиля

Наименование работ	Поправочный коэффициент к объему ТР		
	зима	лето	осень-весна
Замена рессор	0,65-0,8	1,0	2,5-3,0
Замена шпилек полуосей и дисков колес	0,6-0,7	1,0	1,35-1,75
Ремонт и регулировка сцепления	2,0-2,5	1,0	1,0-1,1

Таблица 2.10 – Влияние климатических условий на объем ТР двигателей

Агрегат или система	Всего случаев ТР, %		В том числе за время пребывания на линии	
	зима	лето	зима	лето
Двигатель	100	54	67	23
Система питания	100	60	34	54
Система охлаждения	100	75	28	44
Электрооборудование	100	89	37	19

Это объясняет тот факт, что за рубежом контролю скорости движения автомобилей уделяется большое внимание.

Природно-климатические условия характеризуются температурой окружающего воздуха, влажностью, ветровой нагрузкой, уровнем солнечной радиации, количеством выпадающих осадков и т.п.

На рисунках 2.7, 2.8 и 2.9 представлены примеры влияния различных природно-климатических факторов на техническое состояние автомобилей и их составных частей.

Так, при увеличении скорости ветра до 10 м/с темп охлаждения смазочных и охлаждающих жидкостей основных агрегатов неподвижного автомобиля увеличивается в среднем 2,5 раза по сравнению с безветрием.

К дорожным условиям относят тип и качество дорожного покрытия, рельеф и изменение радиуса закруглений полотна дороги, а также наличие различных дорожных сооружений (мостов).

Автомобильной дорогой называют комплекс инженерных сооружений (земляное полотно, проезжая часть, мосты, предприятия придорожного сервиса и т.п.), предназначенных для обеспечения движения нерельсовых транспортных средств и пешеходов.

С 1 января 1987г. введены новые строительные нормы и правила (СНиП 2.05.02–85), распространяющиеся на все вновь строящиеся и реконструируемые автомобильные дороги общего пользования и подъездные дороги к промышленным предприятиям. В соответствии с этим документом, автомобильные дороги в зависимости от расчетной перспективной интенсивности движения и их народнохозяйственного и административного значения подразделяются на 5 основных категорий.



Рисунок 2.6 – Схема влияния условий эксплуатации на нормативы ТЭА

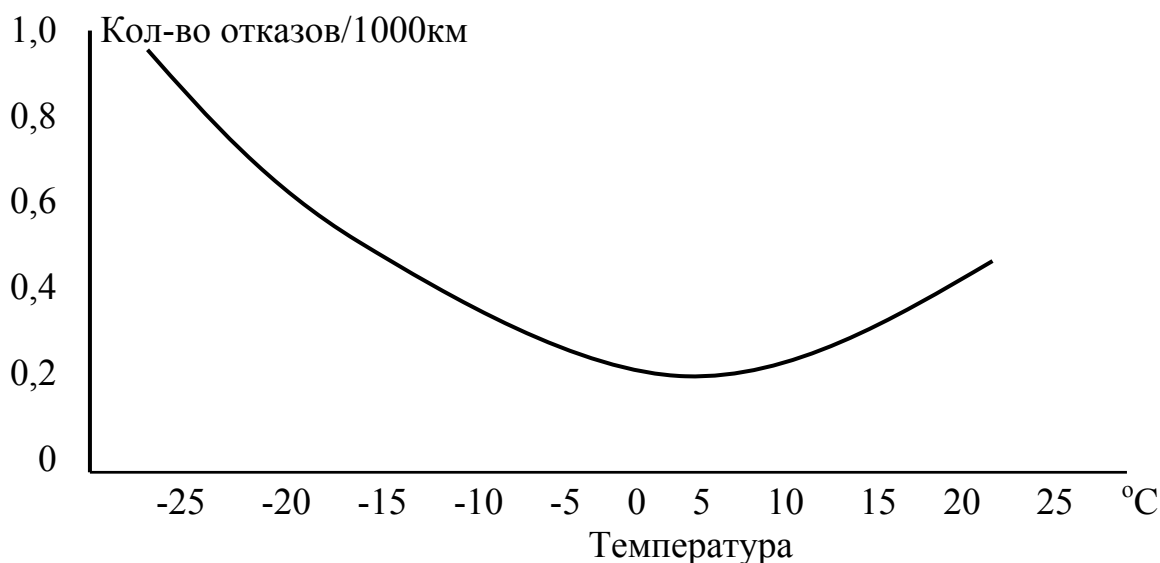


Рисунок 2.7 – Влияние температуры окружающего воздуха на изменение общего числа отказов и неисправностей (по данным НИИАТ) /3/

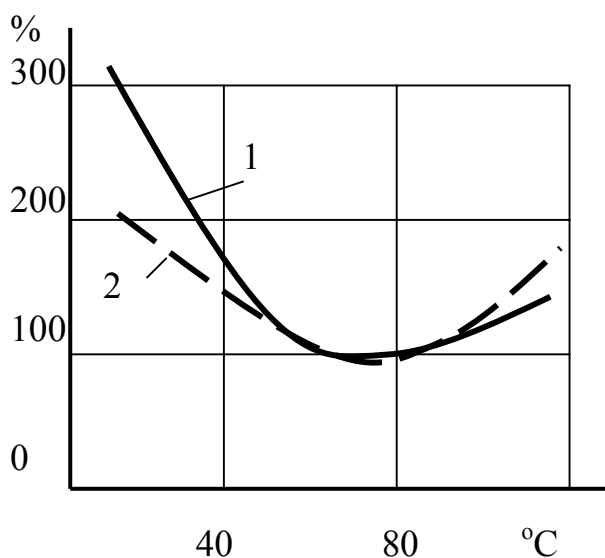


Рисунок 2.8 – Зависимость относительной скорости изнашивания (в процентах) цилиндров карбюраторного (1) и дизельного (2) двигателей от температуры охлаждающей жидкости (Т, °C) /3/

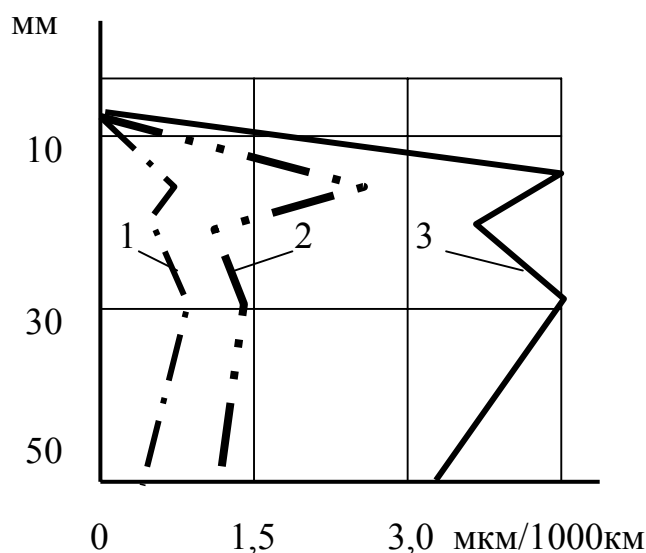


Рисунок 2.9 – Интенсивность изнашивания по высоте h цилиндров двигателя ЗИЛ-130 (мкм/1000км) при работе на бензине с различным содержанием кварцевой пыли 1 – 0 г/т; 2 – от 12 до 14 г/т и 3 – 40 г/т /3/

Таблица 2.11 – Средние значения показателей надежности городских автобусов большого класса по сезонам в умеренном климатическом районе, %

Параметр	Осень	Зима	Весна
Наработка на случай ремонта	97	81	94
Наработка на линейный отказ	88	77	88
Потери линейного времени по техническим причинам: – число случаев – ч	114	128	115
	112	125	112
Примечание. Показатели для лета за 100%			

Категория 1 имеет две подкатегории 1-а и 1-б. При этом к 1-а отнесены наиболее совершенные магистральные автомобильные дороги общегосударственного значения, в том числе предназначенные для международного сообщения. К остальным категориям относятся прочие дороги общегосударственного, республиканского, краевого и областного, а также местного значения.

Важным транспортно-эксплуатационным показателем дорог является расчетная скорость и допустимые осевые нагрузки, которые составляют для дорог 1-4 категории – 10 тс, для 5 категории – 6 тс.

Проезжая часть дороги, предназначенная для движения автомобилей, имеет дорожную одежду, состоящую, как правило, из нескольких слоев: покрытия (верхний, наиболее прочный слой дорожной одежды), основания и дополнительного основания. На основе положений СНиП 2.05.02 – 85 дорожная одежда должна отвечать определенным требованиям, предъявляемым

к автомобильной дороге как транспортному сооружению.

Применяются следующие четыре основных типа дорожных покрытий:

– усовершенствованные капитальные (цементобетонные монолитные, железобетонные или армобетонные сборные, асфальтобетонные, мостовые из брусчатки и мозаики на бетонном основании) – для дорог 1-3 категорий;

– усовершенствованные облегченные (из щебня, гравия и песка, обработанных вяжущими, из холодного асфальтобетона) – для дорог 3-4 категорий;

– переходные (щебеночные и гравийные, из грунтов и местных малопрочных каменных материалов, обработанных вяжущими, мостовые из булыжника) – для дорог 4-5 категорий;

– низшие (из грунтов, укрепленных или улучшенных добавками) – для дорог 5 категории.

Нормальные условия сцепления шин с дорогой обеспечиваются на чистом сухом или увлажненном дорожном покрытии, имеющем коэффициент сцепления при скорости 60 км/ч для сухого покрытия 0,6, а для увлажненного – от 0,45 до 0,6 в зависимости от условий движения автомобиля, определяемых уклонами дороги, радиусами кривых в плане и расстоянием видимости.

Указанные значения коэффициентов сцепления обеспечиваются в эксплуатации специальной поверхностной обработкой дорожных покрытий.

Для обеспечения бесперебойного движения на автомобильных дорогах организуются службы ремонта и содержания всего комплекса инженерных сооружений дороги.

При оценке вариантов трассы и конструкции автомобильной дороги, следует учитывать ее воздействие на состояние окружающей среды, как в период строительства, так и во время эксплуатации, а также сочетания с ландшафтом, отдавая предпочтение решениям, оказывающим минимальное вредное воздействие на окружающую среду и здоровье населения. Автомобильные дороги 1-3 категорий должны прокладываться, как правило, в обход населенных пунктов.

Требования безопасности движения к дорогам и другим сооружениям, а также средствам регулирования движения определяются государственными стандартами и строительными нормами и правилами. В соответствии со СНиП 2.05.02–85 проектные решения автомобильных дорог должны обеспечивать:

– организованное, безопасное, удобное и комфортабельное движение автотранспортных средств с расчетными скоростями;

– соблюдение принципа зрительного ориентирования водителей;

– удобное и безопасное расположение примыканий и пересечений;

необходимое сцепление шин автомобилей с поверхностью проезжей части.

Таблица 2.12 – Основные технические характеристики автомобильных дорог по (СНиП 2.05.02–85) /8/

Показатели	Категория дороги					
	1		2	3	4	5
	1-а	1-б				
1	2	3	4	5	6	7
Перспективная среднесуточная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях, авт/сут	более 7000	более 7000	3000-7000	1000-3000	100-1000	менее 100
Расчетная скорость движения, км/ч: основная	150	120	120	100	80	60
для трудных участков пересеченной местности	120	100	100	80	60	40
для трудных участков горной местности	80	60	60	50	40	30
Число полос движения	4;6;8	4;6;8	2	2	2	1
Ширина полосы движения, м	3,75	3,75	3,75	3,5	3,0	НР
Ширина проезжей части (в обоих направлениях), м	15,0; 22,5; 30,0	15,0; 22,5; 30,0	7,5	7,0	6,0	4,5
Ширина обочин, м	3,75	3,75	3,75	2,5	2,0	1,75
Наименьшая ширина разд. полосы м/у напр-ми движения, м	6,0	5,0	НР	НР	НР	НР
Ширина земляного полотна, м	28,5; 36; 43,5	27,5; 35; 42,5	15	12	10	8
Наибольшие продольные уклоны, %: основные	3,0	4,0	4,0	5,0	6,0	7,0
для трудных участков пересеченной местности	4,0	5,0	5,0	6,0	7,0	9,0
для трудных участков горной местности	6,0	7,0	7,0	8,0	9,0	10,0
Перспективная среднесуточная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях, авт/сут	более 7000	более 7000	3000-7000	1000-3000	100-1000	менее 100
Наименьшее расстояние видимости встречного автомобиля, м: основные	не регл.	450	450	350	250	170
для трудных участков пересеченной местности	450	350	350	250	170	110
для трудных участков горной местности	250	170	170	130	110	90

Продолжение таблицы 2.12

1	2	3	4	5	6	7
Наименьшие радиусы кривых в плане, м: основные в горной местности	1200 250	800 125	800 125	600 100	300 60	150 30
Наименьшие радиусы вертикальных выпуклых кривых (в продольном профиле), м: основные в горной местности	30000 5000	15000 2500	15000 2500	10000 1500	5000 1000	2500 600
Наименьшие радиусы вертикальных вогнутых кривых (в продольном профиле), м: основные в горной местности	8000 1000	5000 600	5000 600	3000 400	2000 300	1500 200

Для организации дорожного движения разрабатываются схемы расстановки дорожных знаков с обозначением мест и способов их установки и схемы дорожной разметки. Разметка должна сочетаться с установкой дорожных знаков. Размещение технических средств организации дорожного движения осуществляется в соответствии с ГОСТ 23457–86. Дорожные знаки должны соответствовать ГОСТ 10807–78.

Для выделения пешеходных переходов, остановок автобусов, переходно-скоростных полос, дополнительных полос на подъемах, полос для остановок автомобилей, проезжей части в тоннелях и под путепроводами, на железнодорожных переездах, малых мостах и других участках, где препятствия плохо видны на фоне дорожного покрытия, рекомендуется применять осветленные покрытия.

Стационарное электрическое освещение на автомобильных дорогах предусматривается на участках в пределах населенных пунктов, на больших мостах, автобусных остановках, пересечениях дорог 1 и 2 категорий между собой и с железными дорогами, на всех соединительных ответвлениях узлов пересечений и на подходах к ним. Осветительные установки пересечений автомобильных и железных дорог в одном уровне должны соответствовать нормам искусственного освещения, регламентируемым системой стандартов безопасности труда на железнодорожном транспорте.

Включение освещения участков автомобильных дорог производится при снижении уровня естественной освещенности до 15-20 лк.

На дорогах 1 категории должна быть установлена аварийно-вызывающая связь.

При смешанном составе транспортного потока на участках дорог 2 и 3 категорий предусматриваются дополнительные полосы проезжей части для грузового движения в сторону подъема.

На участках дорог 5 категории при необходимости предусматривается устройство разъездов.

На кривых участках дорог в плане с радиусом менее 2000 м (для 1 категории – менее 3000 м) необходимо предусматривать устройство виражей, исходя из условий обеспечения безопасности движения автомобилей с наибольшими скоростями.

На трудных участках дорог в горной местности предусматриваются площадки для остановки автомобилей. Размеры площадок должны обеспечивать стоянку не менее 3-5 грузовых автомобилей. Независимо от наличия площадок на затяжных спусках следует предусматривать противоаварийные съезды.

Автобусные остановки на дорогах категории 1-а следует располагать вне пределов земляного полотна. Остановочные площадки на дорогах категории 1-б – 3 должны отделяться от проезжей части разделительной полосой.

К обустройству дорог относятся дорожные ограждения, остановочные площадки, технические средства организации дорожного движения, освещение, зеленые насаждения, малые архитектурные формы.

С целью контроля условий движения на маршрутах, учета их при организации перевозочного процесса и проведении профилактических мероприятий с водителями в автотранспортных предприятиях должны проводиться:

- обследования маршрутов перед их открытием и в процессе эксплуатации (в том числе обследование железнодорожных переездов, через которые осуществляются перевозки);
- нормирование скоростей с учетом условий движений;
- подбор водителей для работы на различных маршрутах;
- составление паспортов маршрутов, их схем;
- проведение инструктажей водителей об особенностях движения на маршрутах;
- использование информации об условиях движения на маршрутах для формирования программ совершенствования профессионального мастерства водителей;
- проведение стажировки водителей на маршрутах;
- выбор подвижного состава для работы на маршрутах;
- оперативный контроль за условиями движения (в первую очередь на автобусных маршрутах), принятие в случае необходимости решений о закрытии маршрута или введении определенных ограничений на перевозочный процесс (ограничение скорости движения, отмена графика движения, изменение маршрута, ограничения на время осуществления перевозок и т.д.).

В соответствии с «Положением о ТО и Р ПС АТ» автомобильные дороги при классификации условий эксплуатации делятся по рельефу местности дороги и от типа дорожного покрытия, приведенные в таблицах 2.13 и 2.14.

Таблица 2.13 – Классификация дорог по рельефу местности /2/

Наименование	Обозначение	Высота над уровнем моря, м
Равнинные	P ₁	до 200
Слабохолмистые	P ₂	свыше 200 до 300
Холмистые	P ₃	свыше 300 до 1000
Гористые	P ₄	свыше 1000 до 2000
Горные	P ₅	свыше 2000

Таблица 2.14 – Классификация дорог по типу дорожного покрытия /2/

Обозначение	Наименование материала
D ₁	усовершенствованные капитальные (цементобетонные монолитные, железобетонные или армированные сборные, асфальтобетонные, мостовые из брусчатки и мозаики на битумном основании)
D ₂	усовершенствованные облегченные (битумоминеральные смеси – щебень, гравий и песок, обработанные битумом; из холодного асфальтобетона)
D ₃	переходные (щебень (гравий) без обработки, дегтебетон)
D ₄	переходные (из грунтов и местных каменных материалов, обработанные вяжущими материалами, мостовые из булыжника, зимники)
D ₅	низкие (грунт, укрепленный или улучшенный местными материалами; лежневое и бревенчатое покрытия)
D ₆	естеств. грунтовые дороги; врем. внутрикарьерные и отвальные дороги; подъездные пути, не имеющие твердого покрытия

Таблица 2.15 – Влияние типа покрытия дороги на режим работы агрегатов грузового автомобиля большой грузоподъемности

Параметр	Цементобетон, асфальтобетон	Битумо-минеральные смеси	Щебень, гравий	Булыжник, грунт укрепленный	Естественный грунт
1	2	3	4	5	6
Коэффициент сопротивления качения	0,014	0,020	0,032	0,040	0,08
Среднетехническая скорость, км/ч	66	56	36	27	20
Среднее число оборотов коленчатого вала двигателя на 1 км пути	2228	2561	2628	3185	4822
Среднеквадратическое отклонение угла поворота рул. колеса, град	8	9,5	12	15	18

Продолжение таблицы 2.15

1	2	3	4	5	6
Число торможений на 1 км	0,24	0,25	0,34	0,42	0,90
Число переключений передач на 1 км пути	0,52	0,62	1,24	2,10	3,20
Число колебаний подвески с амплитудой более 30 мм на 100 км	68	128	214	352	625

Таблица 2.16 – Категория условий эксплуатации /2/

Условия движения	Тип рельефа местности	Тип дорожного покрытия					
		Д ₁	Д ₂	Д ₃	Д ₄	Д ₅	Д ₆
За пределами пригородной зоны (более 50 км от границы города)	P ₁	1	2				
	P ₂						
	P ₃						
	P ₄						
	P ₅						
В малых городах (до 100 тыс. жителей) и пригородной зоне	P ₁	2			3	4	5
	P ₂						
	P ₃						
	P ₄						
	P ₅						
В больших городах (более 100 тыс. жителей)	P ₁						
	P ₂						
	P ₃						
	P ₄						
	P ₅						

С учетом условий движения, рельефа местности и типа дорожного покрытия Положением о ТО и Р ПС АТ установлено 5 категорий эксплуатации автотранспорта, представленные в таблице 2.16.

В соответствии с «Положением о ТО и Р ПС РФ» установлены следующие климатические районы: очень холодный, холодный, умеренно холодный, умеренно теплый (здесь же умеренно теплый влажный, теплый влажный), жаркий сухой, очень жаркий сухой, умеренный. В соответствии с климатическими районами установлено количество летних и зимних месяцев в году (таблица 2.17).

Таблица 2.17 – Районирование территории России по природно-климатическим условиям

Административно-территориальная единица	Климатический район
Республика - Саха (Якутия) Область - Магаданская	Очень холодный
Республики: Алтай, Бурятия, Карелия, Коми, Тува, Хакасия Края: Алтайский, Красноярский, Приморский, Хабаровский Области: Амурская, Архангельская, Иркутская, Камчатская, Кемеровская, Мурманская, Новосибирская, Омская, Сахалинская, Томская, Тюменская, Читинская	Холодный
Республики: Башкортостан, Удмуртская Области: Пермская, Свердловская, Курганская, Челябинская	Умеренно-холодный
Республики: Северо-Осетинская, Адыгея, Дагестан, Ингушская, Карачаево-Черкесская, Кабардино-Балкарская, Чеченская Края: Краснодарский, Ставропольский Области: Калининградская, Ростовская	Умеренно-теплый, умеренно-теплый влажный, теплый влажный
Остальные регионы России	Умеренный

Кроме того, выделены районы с высокой агрессивностью среды: прибрежные районы Черного, Каспийского, Азовского, Балтийского, Белого, Баренцева, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского, Берингова, Охотского и Японского морей (с шириной полосы до 5 км).

Влияние **режима работы автомобиля** на его техническое состояние характеризуется числом дней работы в году (для автобусов городских маршрутов может быть 365, для грузовых автомобилей – 357; 305 или 253); числом смен работы в сутки (1; 1,5; 2 или круглосуточно); продолжительностью работы на линии (время в наряде); использованием грузоподъемности в течении рабочей смены; количеством ездов с грузом и т.п.

Режим работы автомобиля во время эксплуатации будет определять интенсивность изменения его технического состояния.

Конструктивно-технологические факторы оказывают также значимое влияние на техническое состояние автомобилей /10/.

Скорость изменения технического состояния автомобиля в значительной степени зависит от совершенства конструкции автомобиля и уровня технологии его производства. Например, установка воздушного инерционно-масляного фильтра на двигателе позволила увеличить срок его службы в 2 раза. Применение бумажных щелевых масляных фильтров взамен центробежных способствует снижению скорости изнашивания цилиндров в 1,5 раза, шеек коленчатого вала – в 2,5 раза, а диаметра поршневых колец по радиальной

толщине – в 4,2 раза. Установка термостата в системе охлаждения двигателя обусловила возможность поддержания оптимального теплового режима двигателя, сокращения времени его разогрева и в результате снижения в 7 - 8 раз общего износа за одно и то же время эксплуатации. Уменьшению скорости изнашивания и количества поломок зубьев шестерен коробки передач способствовало применение в ней шестерен постоянного зацепления и синхронизаторов.

К конструктивным усовершенствованиям, обуславливающим повышение надежности автомобиля, его агрегатов, узлов, можно отнести также: устройство вентиляции картера двигателя; применение тонкостенных вкладышей для шатунных и коренных подшипников коленчатого вала; устройство подогрева впускного трубопровода горячими газами или водой; охлаждение выпускных клапанов двигателя; повышение жесткости блока двигателя и др.

Изменение технического состояния автомобиля в большой мере зависит и от технологических факторов: качества материала деталей, способов механической и термической обработки, качества сборки и регулировки.

Например, при покрытии наружной цилиндрической поверхности верхнего компрессионного кольца пористым хромом улучшается приработка и повышается износостойкость цилиндров и колец в 1,5 - 2 раза; применение в двигателе коротких вставных гильз из легированного чугуна, обладающего высокой коррозионной стойкостью, позволяет уменьшить скорость изнашивания цилиндров в 2 - 2,5 раза.

Применение легированных сталей, обладающих высокой износостойкостью, высоким пределом выносливости и сопротивляемости динамическим нагрузкам, а также применение термической обработки с целью упрочнения деталей из углеродистых сталей способствует повышению надежности агрегатов, узлов автомобиля.

Несоблюдение установленных зазоров, неправильная затяжка деталей подвижных соединений, плохая очистка шлифованных деталей от абразивной пыли могут быть причиной повышенного изнашивания, заеданий, задиров, заклиниваний деталей, их поломок.

Немаловажным фактором при эксплуатации автомобилей, влияющим на их техническое состояние, являются качество и правильный выбор **эксплуатационных материалов**, к которым относятся автомобильные топлива, моторные и трансмиссионные масла, охлаждающие жидкости и др.

Техническое состояние автомобиля, надежность его работы и срок службы в значительной мере зависят от вида и качества топлива, смазочных материалов и технических жидкостей. Эксплуатационные материалы должны соответствовать требованиям соответствующей НТД, конструкции механизмов, климатическим условиям, режимам эксплуатации автомобилей.

От эксплуатационных качеств автомобильных топлив во многом зависит техническое состояние двигателей. Например, при плохом сгорании бензина часть его остается в жидкой фазе и, проникая в картер двигателя, разжижает масло, что приводит к повышенному изнашиванию деталей

цилиндропоршневой группы; при наличии механических примесей в бензине возможно засорение приборов системы питания, нарушение процессов смесеобразования, ухудшение тяговых качеств автомобиля, интенсивное изнашивание деталей топливной системы и цилиндропоршневой группы двигателя; при низком октановом числе бензина в двигателях с высокой степенью сжатия может возникать детонационное сгорание топлива, сопровождающееся резким повышением давления и температуры, вибрациями деталей при ударах детонационной волны о стенки цилиндров и днище поршня. Вследствие этого значительно возрастает интенсивность изнашивания шеек коленчатого вала, деталей цилиндропоршневой группы, подгорают выпускные клапаны, прогорают прокладки головки цилиндров, днища поршней, могут иметь место заклинивание поршней, разрывы шатунов, повреждения блока цилиндров; коррозионная агрессивность бензинов обуславливается в основном наличием в них сернистых соединений, органических и водорастворимых кислот и щелочей (присутствие серы в бензине способствует увеличению склонности его к нагарообразованию, снижению его антидетонационных качеств, усилению изнашивания деталей двигателя, особенно во время его пуска и прогрева); применение дизельного топлива малой вязкости приводит к усиленному изнашиванию плунжерных пар топливной аппаратуры, механические примеси способствуют засорению топливных фильтров тонкой очистки, что вызывает перебои в подаче топлива, а также усиление изнашивания деталей топливных насосов высокого давления и форсунок, низкое цетановое число определяет больший период задержки воспламенения топлива, увеличивает жесткость работы двигателя и, как следствие, повышает интенсивность изнашивания его деталей.

Следует отметить, что условия хранения автомобилей являются определяющим фактором для их технического состояния. Например, при открытом хранении автомобилей вследствие атмосферных влияний, колебаний температуры воздуха, повышенной влажности интенсифицируются различные коррозионные процессы, что приводит к возрастанию скорости изнашивания, уменьшению срока службы деталей, узлов, агрегатов.

В этом разделе рассмотрены основные факторы, влияющие на техническое состояние автомобилей и их составных частей в процессе эксплуатации. В настоящее время научными школами проводятся различные исследования в этом направлении, что свидетельствует об актуальности данной проблемы.

Вопросы для самопроверки

1. Опишите влияние технического состояния автомобилей и их составных частей на их выходные показатели.
2. Каковы основные причины изменения технического состояния автомобилей при эксплуатации?
3. Приведите классификацию процессов изнашивания автомобилей и их составных частей.
4. Охарактеризуйте основные периоды процесса изнашивания в

процессе эксплуатации автомобилей.

5. Опишите влияние квалификации ремонтных рабочих на эффективность технической эксплуатации автомобилей.

6. Опишите влияние квалификации водителей на эффективность технической эксплуатации автомобилей.

7. Опишите влияние условий эксплуатации на изменение технического состояния автомобилей.

8. Опишите схему влияния условий эксплуатации на нормативы ТЭА.

9. Опишите влияние конструктивно-технологических факторов на техническое состояние автомобиля при эксплуатации.

3 Закономерности изменения технического состояния автомобилей

3.1 Виды закономерностей

Предупреждение и выявление причин возникновения отказов и неисправностей и прогнозирование ресурса А и СЧ является одной из основных задач технической эксплуатации автомобилей. Решение этой задачи неразрывно связано с установлением закономерности изменения технического состояния А и СЧ в процессе эксплуатации. Следует отметить, что установленные зависимости могут позволить получить более полную картину взаимосвязи различных параметров, характеризующих не только техническое состояние, но и другие характеристики объекта.

Процессы, происходящие в природе и технике, подразделяются на две группы: процессы описываемые функциональными зависимостями и вероятностные (случайные или стохастические) процессы.

При этом для функциональных зависимостей характерна жесткая связь между аргументом (независимой переменной) и функцией (зависимой переменной), то есть когда одному значению аргумента соответствует определенное значение функции (зависимость пройденного пути от скорости и времени движения)

Вероятностные процессы происходят от многих переменных факторов, поэтому при различных значениях аргумента может быть одно значение функции (наработка на отказ автомобиля или агрегата зависит от многих факторов: материала, из которого изготовлено изделие; качества этого материала; качества изготовления; условий эксплуатации и т.п.). В таком случае, для более или менее достоверной оценки вероятностных процессов проводятся различные теоретические и экспериментальные исследования с целью определения силы влияния того или иного фактора на происходящие процессы.

При эксплуатации в основном приходится иметь дело со случайными процессами и величинами.

3.2 Закономерности изменения технического состояния автомобиля по его наработке (закономерности ТЭА первого вида)

У значительной части узлов и деталей процесс изменения технического состояния в зависимости от времени или пробега автомобиля носит плавный, монотонный характер, приводящий к возникновению так называемых постепенных отказов. При этом характер зависимости может быть различным (рисунок 3.1). В случае постепенных отказов изменение параметра технического состояния конкретного изделия или среднего значения для группы изделий аналитически достаточно хорошо может быть описано двумя видами функций:

целой рациональной функцией n -го порядка

$$y = a_0 + a_1 \cdot L + a_2 \cdot L^2 + a_3 \cdot L^3 + \dots + a_n \cdot L^n \quad (3.1)$$

и степенной функцией

$$y = a_0 + a_1 \cdot L^b \quad (3.2)$$

где a_0 – начальное значение параметра технического состояния; $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, b$ – коэффициенты, определяющие характер и степень зависимости y от L .

В практических вычислениях по формуле (3.1), как правило, достаточно использовать функции первого – четвертого порядка. Таким образом, зная функцию $y = \varphi(L)$ и предельное y_{np} или предельно допустимое $y_{np.d}$ значение параметра технического состояния, можно аналитически определить из уравнения $L = f(y)$ ресурс изделия или периодичность его обслуживания.

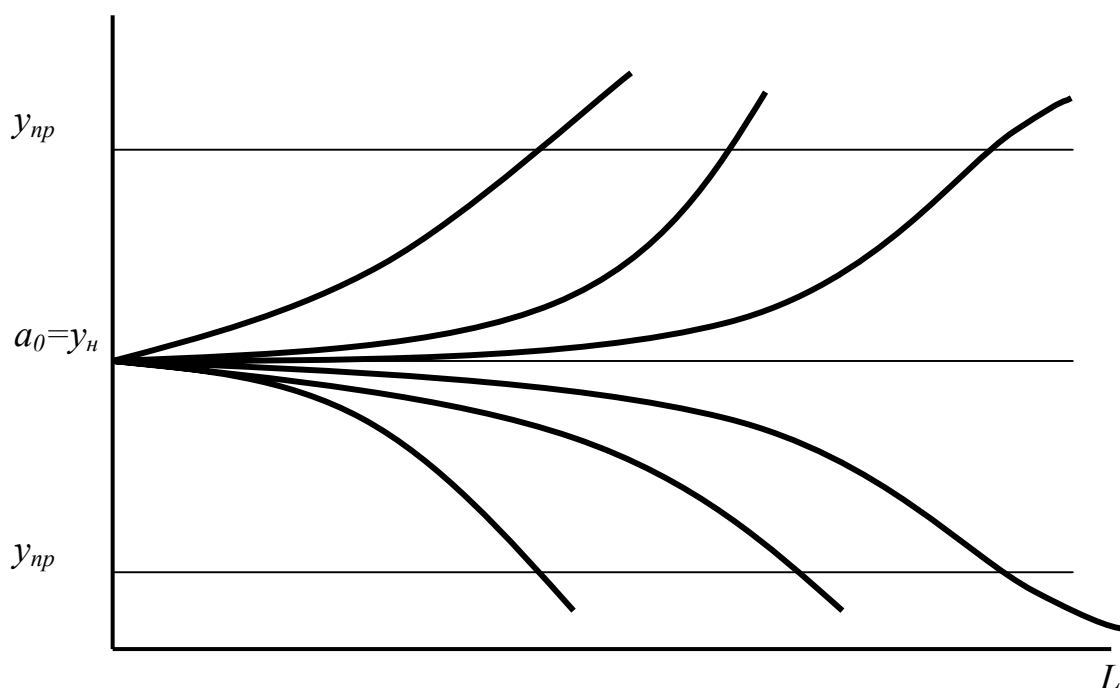


Рисунок 3.1 – Возможные формы зависимости параметра технического состояния y от наработки L

Достаточно часто закономерности изменения параметров (например, зазора между накладками и тормозными барабанами, свободного хода педали сцепления и др.) описываются линейными уравнениями:

$$y = a_0 + a_1 \cdot L \quad (3.3)$$

где a_1 – интенсивность изменения параметра технического состояния, зависящая от конструкции и условий эксплуатации изделий.

Таблица 3.1 - Характерные значения интенсивностей изменения параметров технического состояния механизмов грузовых автомобилей

Наименование параметра технического состояния механизма	Единица измерения	Численное значение
Свободный ход педали сцепления	мм/1000 км	$(4 - 6) \cdot 10^{-1}$
Свободный ход педали тормоза	мм/1000 км	$(6 - 9) \cdot 10^{-1}$
Зазор между тормозными накладками и барабанами передних колес	мм/1000 км	$(6 - 9) \cdot 10^{-1}$
Зазор между тормозными накладками и барабанами задних колес	мм/1000 км	$(4 - 6) \cdot 10^{-1}$
Схождение передних колес	мм/1000 км	$(1 - 3) \cdot 10^{-1}$
Прогиб ремня ременной передачи	мм/1000 км	$(3 - 6) \cdot 10^{-1}$
Суммарный угловой люфт карданной передачи	град/1000 км	$(1 - 3) \cdot 10^{-2}$
Суммарный угловой люфт главной передачи заднего моста	град/1000 км	$(2 - 3) \cdot 10^{-1}$

Закономерности первого вида характеризуют тенденцию изменения параметров технического состояния, а также позволяют определить средние наработки до момента достижения деталью, механизмом, агрегатом предельного или заданного состояния.

3.3 Закономерности случайных процессов изменения технического состояния автомобилей (закономерности ТЭА второго вида)

При работе группы автомобилей приходится иметь дело не с одной зависимостью $y(L)$, которая была бы пригодна для всей группы, а с индивидуальными зависимостями $y_i(L)$ свойственными каждому i -му изделию (рисунок 3.2). Применительно к техническому состоянию однотипных изделий причинами вариации являются: даже незначительные изменения от изделия к изделию качества материалов, обработки деталей, сборки; текущие изменения условий эксплуатации (скорость, нагрузка, температура и т.д.); качество ТО и ремонта, вождения автомобилей и др. В результате при фиксации для группы изделий определенного параметра технического состояния, например y_2 каждое изделие будет иметь свою наработку до отказа (рисунок 3.2, а), т.е. будет наблюдаться вариация наработки. При этом актуальным остается задача установления периодичности ТО для группы однотипных автомобилей.

Если все изделия обслуживать с единой периодичностью $L_{ТО}$, то будет иметь место вариация фактического технического состояния (рисунок 3.2, б),

которая скажется на продолжительности выполнения работ, количестве расходуемого материала и запасных частей.

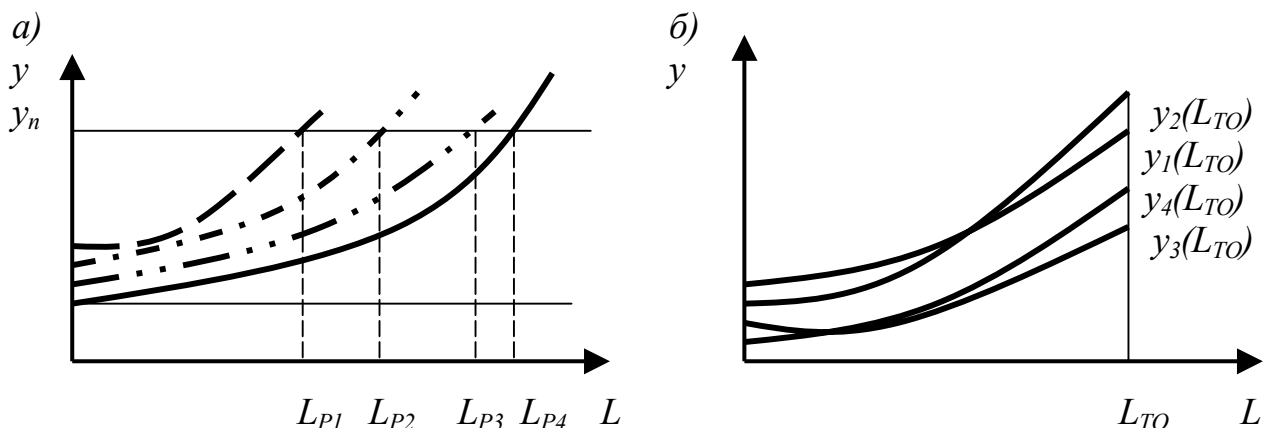


Рисунок 3.2 – Вариации: (а) ресурса ($L_{P1} - L_{P4}$) при фиксации параметра предельного состояния y_n и (б) технического состояния ($y_2(L_{TO}) - y_1(L_{TO})$) при фиксации наработки L_{TO}

В этом случае возникают вопросы: какую трудоемкость и стоимость операции планировать, какие потребуются производственные площади, технологическое оборудование, персонал?

При технической эксплуатации приходится сталкиваться и с другими случайными величинами: расход топлива однотипными автомобилями даже на одинаковых маршрутах; расход запасных частей и материалов; число требований на ремонт в течение часа, смены работы поста ремонтной мастерской, станции ТО; число заездов на автозаправочных станций и др. Все это сказывается на нормировании и организации ТО и ремонта, определении необходимых для этого ресурсов.

Для решения этих задач необходимо уметь оценивать вариацию случайных величин.

3.4 Методы оценки случайных величин

Рассмотрим простейшие методы оценки случайных величин. Исходные данные - результаты наблюдений за изделиями или отчетные данные, которые выявили индивидуальные реализации случайных величин (например, наработки на отказ, фактический расход топлива, материалов и т.д.).

1. Случайные величины (от 1 до n) располагают в порядке возрастания или убывания их абсолютных значений:

$$x_1 = x_{min}; x_2; x_3; x_4; \dots; x_i; \dots; x_{n-1}; x_n = x_{max}. \quad (3.4)$$

2. Точечные оценки случайных величин:
среднее значение случайных величин

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}; \quad (3.5)$$

размах случайных величин $z = x_{max} - x_{min}$;

среднеквадратическое отклонение, характеризующее вариацию,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}; \quad (3.6)$$

В ТЭА различают случайные величины

- с малой вариацией $\nu \leq 0$;
- со средней вариацией $0,1 \leq \nu \leq 0,33$;
- с большой вариацией $\nu > 0,33$.

Точечные оценки позволяют предварительно судить о качестве изделий и технологических процессов. Чем ниже средний ресурс и выше вариация (σ, ν, z), тем ниже качество конструкции и изготовления (или ремонта) изделия. Чем выше коэффициент вариации показателей технологических процессов ТЭА (трудоемкость, простои в ТО или ремонте, загрузка постов и исполнителей и др.), тем менее совершенны применяемые организация и технология ТО и ремонта.

3. Вероятностные оценки случайных величин. При вероятностных оценках рекомендуется размах случайных величин разбить на несколько (как правило, не менее 5-7 и не более 9-11) равных по длине Δx интервалов (таблица 3.2). Далее следует произвести группировку, т.е. определить число случайных величин, попавших в первый (n_1), второй (n_2) и остальные интервалы. Это число называется частотой. Разделив каждую частоту на общее число случайных величин ($n_1 + n_2 + \dots + n_n = n$), определяют частоту $\omega_i = n_i / n$. Частота является эмпирической (опытной) оценкой вероятности P т.е. при увеличении числа наблюдений частота приближается к вероятности: $\omega_i \rightarrow p_i$. Полученные при группировке случайных величин результаты сводятся в таблицу (таблица 3.2), данные которой имеют не только теоретическое, но и практическое значение. Например, по результатам наблюдений можно предположить, что у аналогичных изделий в тех же условиях эксплуатации и в интервале наработки 6-8 тыс. км может отказать около 6 % изделий ($\omega_i = p_1 = 0,06$), в интервале 8-10 тыс. км – 12 %, интервале 10-12 тыс. км – 19 % и т.д.

Следовательно, имея систематизированные данные по отказам, можно прогнозировать и планировать число воздействий (программу работ), потребности в рабочей силе, площадях, материалах и запасных частях.

4. Вероятность случайного события. В общем виде это отношение числа случаев, благоприятствующих данному событию, к общему числу случаев.

Вероятность отказа рассматривается не вообще, а за определенную наработку X :

$$F(x) = P\{x_i < X\} \cong \frac{m(x)}{n} \quad (3.7)$$

(где $m(x)$ - число отказов за X , n - число наблюдений (изделий)), или вероятность отказа изделия при наработке X равна вероятности событий, при которых наработка до отказа конкретных изделий x_i , окажется менее X .

В примере (таблица 3.2) при $X = 10$ тыс. км имеем

$$F(x) = P\{x_i < 10\} = \frac{n_1 + n_2}{n} = \frac{6 + 12}{100} = 0,18$$

Таблица 3.2 – Пример вероятностной оценки случайных величин

Номер интервала j	Интервал Δx , тыс.км	Середина интервала x_j , тыс.км	Число отказов n_j в интервале	Частость (вероятность) $\omega_i = p_i$	Оценка накопленных вероятностей	
					отказа F	безотказности R
1	6 – 8	7	6	0,06	0,06	0,94
2	8 – 10	9	12	0,12	0,18	0,82
3	10 – 12	11	19	0,19	0,37	0,63
4	12 – 14	13	25	0,25	0,62	0,38
5	14 – 16	15	20	0,20	0,82	0,18
6	16 – 18	17	13	0,13	0,95	0,05
7	18 – 20	19	5	0,05	1,00	0
Всего	-	-	100	1,00	-	-

Отказ и безотказность являются противоположными событиями, поэтому

$$R(x) = P\{x_i \geq X\} \cong \frac{n - m(x)}{n},$$

где $n - m(x)$ – число изделий, не отказавших за наработку X .

В примере для $X = 10$ тыс.км имеем

$$R(x) = P\{x_i \geq 10\} = \frac{100 - 18}{100} = 0,82.$$

Обычно применяется следующая буквенная индексация рассмотренных событий и понятий:

- F (*failure*) - отказ, авария, повреждение, вероятность этих событий;

- R (*reliability*) - безотказность, надежность, прочность, вероятность этих событий;

- P (*probability*) - вероятность.

Вероятность отказа может быть получена также последовательным суммированием интервальных вероятностей за наработку X , т.е.

$$F(x) = p_1 + p_2 + \dots + p_j,$$

где j - номер интервала, соответствующий наработке X .

5. Следующей характеристикой случайной величины является плотность вероятности (например, вероятности отказа) $f(x)$ - функция, характеризующая вероятность отказа за малую единицу времени при работе узла, агрегата, детали без замены. Если вероятность отказа за наработку $F(x) = m(x)/n$, то, дифференцируя ее при $n = const$, получим плотность вероятности отказа

$$f(x) = \frac{1}{n} \cdot \frac{dm}{dx},$$

где dm/dx – элементарная «скорость», с которой в любой момент времени происходит приращение числа отказов при работе детали, агрегата без замены. Так как $f(x) = F'(x)$, то

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(x)dx. \quad (3.8)$$

Поэтому $F(x)$ называют интегральной функцией распределения, а $f(x)$ - дифференциальной функцией распределения.

Так как

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx, \quad a \quad R(x) = 1 - F(x), \quad то \quad R(x) = \int_x^{\infty} f(x)dx.$$

Имея значения $F(x)$ или $f(x)$, можно произвести оценку надежности и определить среднюю наработку до отказа

$$\bar{x} = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx. \quad (3.9)$$

6. При оценке качества изделий, нормировании ресурсов, в системе гарантийного обслуживания применяют гамма-процентный ресурс x_γ . Это интегральное значение ресурса x_γ , которое вырабатывает без отказа не менее γ процентов всех оцениваемых изделий, т.е.

$$R = P\{x_i > x_\gamma\} \geq \gamma$$

В ТЭА обычно принимаются $\gamma = 80, 85, 90$ и 95% . В рассматриваемом примере при $\gamma = 95\%$ $x_\gamma \approx 7$ тыс. км (таблица 3.2).

Риск отказа изделия F в данной ситуации, т.е. более раннее достижение изделиями гамма-процентного ресурса, составляет около 5% .

Гамма-процентный ресурс используется при определении периодичности ТО по заданному уровню безотказности γ . Выражение $L_{TO} = \gamma$ означает, что обслуживание с периодичностью L_{TO} гарантирует вероятность безотказной работы $R \geq \gamma$ и отказа $F \leq (1 - \gamma)$.

Если организаторы производства без технико-экономического анализа назначали периодичность, например, $L_{TO} = 10$ тыс. км (таблица 3.2), то примерно 18 изделий из 100 ($n_1 = 6$ и $n_2 = 12$, $m(x) = 18$) откажут ранее назначенного ТО, т.е. вероятность отказа

$$F(x \leq 10) = P\{x_i < (X = 10)\} = \frac{m(x)}{n} = \frac{18}{100} = 0,18.$$

Остальные 82% изделий ($19+25+20+13+5$) имеют потенциальную наработку на отказ $x_i > 10$ тыс. км. Следовательно, ТО им будет произведено ранее, чем они могут отказать, и вероятность их безотказной работы

$$R(x > 10) = P\{x_i > (X = 10)\} = \frac{n - m(x)}{n} = \frac{100 - 18}{100} = 0,82.$$

Для первых отказов невосстанавливаемых изделий и взаимно дополняющих событий (отказ - работоспособное состояние) имеет место условие $F(x) + R(x) = 0,18 + 0,82 = 1$, т.е., зная вероятность отказа, можно определить вероятность безотказной работы и наоборот.

7. Используя данные таблицы 3.2, можно также определить некоторые точечные оценки случайных величин.

Среднее значение случайных величин

$$\bar{x} = \sum_j x_j \omega_j,$$

где j - номер интервала.

Для данных таблицы 15 имеем:

$$\bar{x} = 7 \cdot 0,06 + 9 \cdot 0,12 + 11 \cdot 0,19 + 13 \cdot 0,25 + 15 \cdot 0,20 + 17 \cdot 0,13 + 19 \cdot 0,05 = 13,0 \text{ тыс. км.}$$

Таким образом, если бы периодичность ТО равнялась средней наработке на отказ, то более 60 % изделий в рассматриваемом примере отказали бы до обслуживания.

Среднеквадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_j - \bar{x})^2 \omega_j}{j-1}} = 1,26 \text{ тыс. км,}$$

где j – число интервалов.

Коэффициент вариации

$$\nu = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{1,26}{13} \cong 0,1.$$

8. Важным показателем надежности является интенсивность отказов $\lambda(x)$ – условная плотность вероятности возникновения отказа невосстанавливаемого изделия, определяемая для данного момента времени при условии, что отказа до этого момента не было. Аналитически для получения $\lambda(x)$ необходимо элементарную вероятность dm/dx отнести к числу элементов, не отказавших к моменту x , т.е.

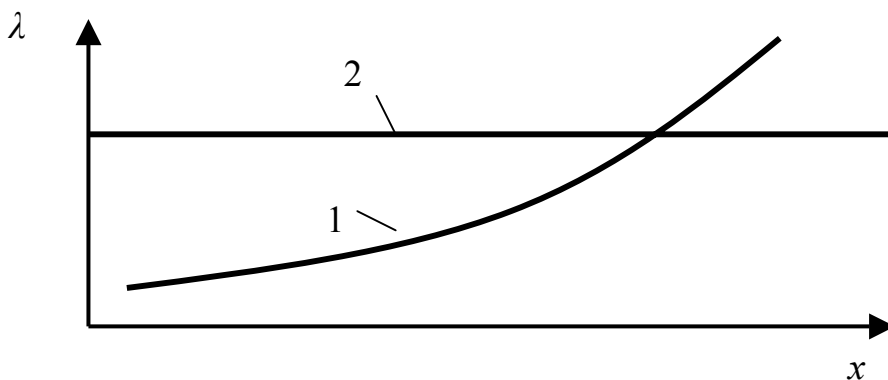


Рисунок 3.3 – Изменение интенсивности постепенных (1) и внезапных (2) отказов

$$\lambda(x) = \left(\frac{dm}{dx}\right) / [n - m(x)].$$

Так как вероятность безотказной работы $R(x) = [n - m(x)]/n$, то

$$\lambda(x) = \frac{dm}{dx} \cdot \frac{1}{nR(x)}. \text{ Учитывая, что } f(x) = \frac{1}{n} \cdot \frac{dm}{dx}, \text{ получаем}$$

$$\lambda(x) = f(x) / R(x). \tag{10}$$

Таким образом, интенсивность отказов равна плотности вероятности отказа, деленной на вероятность безотказной работы для данного момента времени или пробега.

Так как $R(x) = 1 - m(x)/n$, то после дифференцирования $\frac{dR}{dx} = -\frac{1}{n} \cdot \frac{dm}{dx}$

Так как $\lambda(x) = \frac{dm}{dx} \cdot \frac{1}{Rn}$, то можно записать: $\lambda(x) = -\frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dx}$, откуда после интегрирования

$$R = \exp\left(-\int_0^x \lambda(x) dx\right).$$

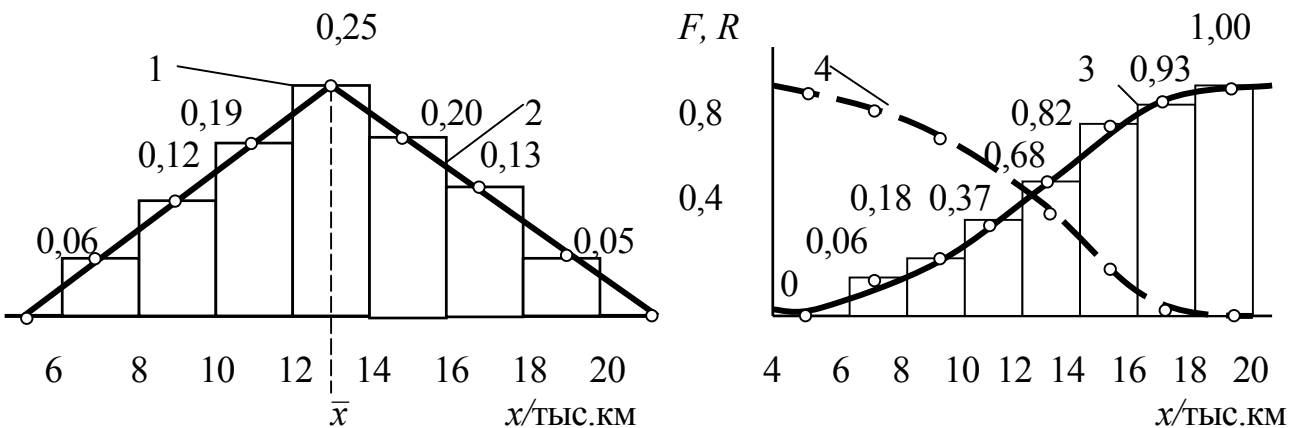


Рисунок 3.4 – Графическое изображение случайной величины где 1 – гистограмма; 2 – полигон распределения; 3 – интегральная функция отказов; 4 - интегральная функция безотказной работы.

Эта универсальная формула определения вероятности безотказной работы невозстанавливаемого элемента для любого закона распределения. Зная интенсивность отказов, можно для любого момента времени или пробега определить вероятность безотказной работы. Существуют внезапные и постепенные отказы (рисунок 3.4). Последние описывают работу так называемых стареющих элементов.

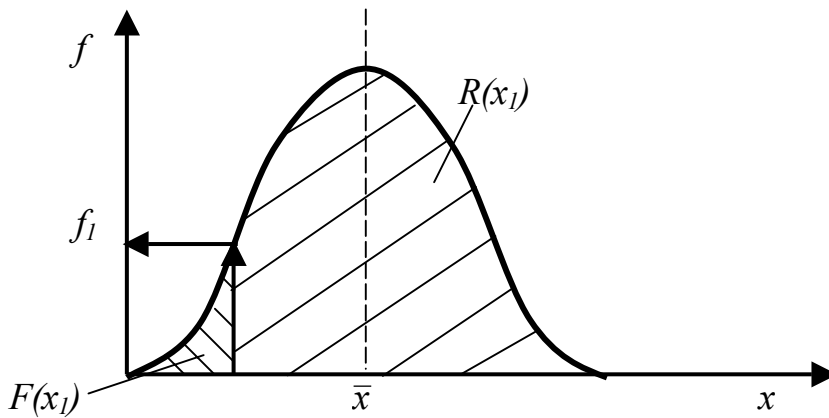


Рисунок 3.5 – Дифференциальная функция распределения – закон распределения случайных величин

9. Наглядное представление о величине и вариации случайных величин дает их графическое изображение: гистограммы (1, рисунок 3.4) и полигоны (2, рисунок 3.4) распределения, а также интегральные функции распределения вероятностей отказа (3, рисунок 3.4) и безотказной работы (4, рисунок 3.4) и дифференциальные функции или законы распределения случайной величины (рисунок 3.5).

10. В ряде случаев законы распределения случайных величин могут быть описаны аналитически, как функции параметров этих законов. Такие аналитические зависимости имеются для нормального, экспоненциального и ряда других законов распределения случайных величин, описывающих процессы ТЭА.

Общий вид закона распределения:

$$F(x) = \int_{-\infty(x_{\min})}^x f(x)dx, \quad R(x) = \int_x^{\infty(x_{\max})} f(x)dx \quad (3.11)$$

причем

$$\int_{-\infty(x_{\min})}^{\infty(x_{\max})} xf(x)dx = 1, \quad f(x) \geq 0$$

Для процессов технической эксплуатации и непрерывных случайных величин наиболее характерны следующие законы распределения.

Нормальный закон распределения (двухпараметрический: σ и x). Такой закон формируется, когда на исследуемый процесс и его результат влияет сравнительно большое число независимых (или слабозависимых) элементарных факторов (слагаемых), каждое из которых в отдельности

оказывает лишь незначительное действие по сравнению с суммарным влиянием всех остальных.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x - \bar{x})^2}{2\sigma^2}\right], \quad (3.12)$$

$$R(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} \exp\left[-\frac{(x - \bar{x})^2}{2\sigma^2}\right] dx. \quad (3.13)$$

Экспоненциальный закон (однопараметрический - λ). При экспоненциальном законе распределения вероятность безотказной работы не зависит от того, сколько проработало изделие с начала эксплуатации, а определяется конкретной продолжительностью рассматриваемого периода или пробега Δx , называемого временем выполнения задания. Таким образом, эта модель не учитывает постепенного изменения параметров технического состояния, например, в результате изнашивания, старения и других причин, а рассматривает так называемые нестареющие элементы и их отказы. Экспоненциальный закон используется чаще всего при описании внезапных отказов, продолжительности разнообразных ремонтных воздействий и в ряде других случаев:

$$f(x) = \lambda \exp(-\lambda x); \quad (3.14)$$

$$R(x) = \exp(-\lambda x). \quad (3.15)$$

Для этого закона $\lambda = 1/\bar{x}$; $\bar{x} = \sigma$; $\nu = 1$.

Закон распределения Вейбулла-Гнеденко проявляется в модели так называемого слабого звена. Если система состоит из группы независимых элементов, отказ каждого из которых приводит к отказу всей системы, то в такой модели рассматривается распределение времени (или пробега) достижения предельного состояния системы как распределение соответствующих минимальных значений x_i , отдельных элементов:

$$x_c = \min(x_1; x_2; \dots; x_n).$$

Функция распределения этой величины может быть выражена следующей зависимостью:

$$f(x) = \frac{b}{a} \left(\frac{x}{a}\right)^{b-1} \exp\left[-\left(\frac{x}{a}\right)^b\right], \quad (3.16)$$

где a и b – параметры распределения.

Примером использования распределения Вейбулла-Гнеденко является распределение ресурса подшипника качения. Этот ресурс ограничивается ресурсом одного из элементов (шарика, ролика, конкретного участка сепаратора и т.д.).

Значение аналитических зависимостей состоит в том, что если известен вид закона (на основе опыта, литературных источников, наблюдений) и его параметры, то можно расчетными методами, не проводя объемных наблюдений, воспроизвести (прогнозировать) ожидаемые вероятности отказов и других состояний изделий и процессов. Например, для нормального закона необходимо знать два параметра (\bar{x} , σ), а для экспоненциального - один (\bar{x} или λ), чтобы рассчитать вероятность отказов и безотказной работы.

Если на основании имеющихся наблюдений или анализа механизма возникновения отказов можно предположить о реализации определенного теоретического закона распределения случайных величин, то соответствующие показатели можно рассчитать аналитически.

Так, для нормального закона при расчетах часто пользуются понятием нормированной функции $\Phi(z)$, для которой принимается новая случайная величина $z = (x - \bar{x}) / \sigma$, так называемое нормированное отклонение. Тогда

$$F(x) = \Phi(z) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\bar{x}+z\sigma} \exp(-z^2 / 2) d(\bar{x} + z\sigma) = \int_{-\infty}^z \exp(-z^2 / 2) dz$$

Для нормированной функции составлены таблицы, облегчающие расчеты (приложение)

Пример 1. Определить вероятность первой замены детали при наработке автомобиля с начала эксплуатации 70 тыс. км. Распределение наработки до первого отказа подчиняется нормальному закону с параметрами: $\bar{x} = 95$ тыс. км; $\sigma = 30$ тыс. км.

Используя понятие нормированной функции, определим нормированное отклонение $z = (x - \bar{x}) / \sigma = (70-95)/30 = -0,83$.

$$P(x) = \Phi(z) = \Phi(-0,83).$$

По приложению 5 находим $\Phi(-0,83) = 0,20$.

Таким образом, примерно 20% автомобилей потребуют замены деталей при пробеге с начала эксплуатации до 70 тыс. км.

Вероятность отказа в интервале пробега x_1 - x_2 определяется разностью

$$P(x_2) - P(x_1) = \Phi(z_2) - \Phi(z_1)$$

Пример 2. Определить вероятность отказа той же детали в интервале пробега от $x_1 = 70$ тыс. км до $x_2 = 125$ тыс. км. Определяем: $z_1 = -0,83$; $z_2 = (125 - 95)/30 = 1$. По приложению находим $\Phi(-0,83) = 0,20$; $\Phi(1) = 0,84$. Таким образом, вероятность отказа детали в интервале пробега 70-125 тыс. км составляет 0,64, т.е. у 64 % автомобилей в этом интервале пробега ожидается отказ детали и потребуется ее замена или ремонт.

Аналогичные таблицы и «вероятностные бумаги», облегчающие расчеты, имеются для экспоненциального и ряда других законов распределения.

Таким образом, умение оценивать случайные величины позволяет в реальной эксплуатации:

- во-первых, перейти от ожидания стихийного появления событий (отказы изделия, требования на услуги ТО и ремонт, заправку и др.) к инструментальному описанию и объективному предвидению их реализаций с определенной вероятностью, что позволяет подготовить и приспособить производство к эффективному освоению соответствующих требований;

- во-вторых, принять риск в качестве объективной реальности, свойственной любой деятельности, особенно эксплуатационной. Поэтому для успешной производственной деятельности важно не стремиться полностью исключить риск (что нереально для случайных процессов), а уметь его оценить и выбрать с учетом возможных отрицательных и положительных последствий.

Вопросы для самопроверки

1. Опишите виды закономерностей изменения технического состояния автомобилей.

2. Охарактеризуйте закономерности изменения технического состояния автомобилей по его наработке.

3. Охарактеризуйте закономерности случайных процессов изменения технического состояния автомобилей.

4. Опишите основные положительные аспекты оценки случайной величины при реальной эксплуатации автомобилей.

4 Система обеспечения работоспособности автомобилей

4.1 Понятие об управлении и информации

Одной из основных задач технической эксплуатации является определение путей и методов наиболее эффективного управления техническим состоянием и работоспособностью автомобильного парка, поэтому управление является одной из важнейших функций инженера.

Содержание и методы управления меняются в зависимости от места инженера в иерархии управления: руководство непосредственно рабочими, инженерами, техниками; участком, цехом или предприятием; группой предприятий. Однако, в существе управления, его технологии имеется много общих черт на всех уровнях управления.

Управление начинается с получения и обработки информации о состоянии системы, на основе которой принимается соответствующее решение, за которым следуют действия, переводящие управляемую систему из одного в другое необходимое состояние,

Таким образом, **управление** представляет собой процесс преобразования информации в определенные целенаправленные действия, переводящие управляемую систему (автомобиль, цех, предприятие или отрасль) из исходного в заданное или оптимальное состояние. К основным этапам управления и принятия решений относятся: определение цели системы; получение информации о состоянии системы; обработка и анализ информации; принятие управляющих решений; доведение решения до исполнителей; реализация управляющего воздействия и получение реакции системы.

Определение цели, стоящей перед системой технической эксплуатации, должно быть увязано с целями системы более высокой) ранга и соответствовать целям автомобильного транспорта, а последние – целям народного хозяйства.

Обычно система или подсистема имеет несколько целей, которые графически могут быть описаны с помощью дерева целей (ДЦ) – упорядоченной иерархии целей, выражающей их соподчинения и взаимосвязи. Единственная вершина ДЦ – соответствует генеральной цели или цели высшего ранга. Затем происходит декомпозиция (разложение) цели высшего уровня на ряд целей первого уровня, затем второго и т. д. Построение ДЦ осуществляется таким образом, что между целью верхнего и последующего низшего уровня существует соподчинение, а между целями одного уровня – дополнение.

Важнейшими целями технической эксплуатации первого уровня являются: увеличение числа работоспособных автомобилей; повышение производительности труда персонала ИТС; сокращение затрат на поддержание парка в работоспособном состоянии. Каждая цель количественно или качественно характеризуется целевым нормативом и показателем. Целевые нормативы количественно или качественно характеризуют состояние системы при полной реализации поставленных целей. Целевые показатели определяют возможные состояния системы, т. е. степень выполнения целевых нормативов при имеющихся ограничениях и условиях работы; с их помощью можно

оценивать качество работы ИТС, т. е. уровень реализации поставленных целей. Таким образом, постановка и реализация целей должны рассматриваться в рамках программно-целевого метода. Его сущность заключается в четком определении цели, стоящей перед системой и интеграции всех видов деятельности подсистем в виде программы, необходимой для достижения поставленной цели. Под программой понимается законченный во времени и пространстве комплекс мероприятий, обеспечивающих достижение поставленной цели. В программах представляется совокупность материальных средств, персонала, видов деятельности, сгруппированных по принципу целевого назначения.

Получение информации о состоянии системы – это процесс получения данных о внешних и внутренних факторах, действующих на систему. При разработке мероприятий, направленных на повышение работоспособности, подобной информацией будут сведения об эксплуатационной надежности, о наиболее характерных отказах, вызывающих простои автомобилей в рабочее время, данные о причинах простоя и т. д. Внешними факторами являются условия эксплуатации.

При обработке и анализе информации проводится оценка ее точности и достоверности. Полученная информация представляется обычно в компактном виде (таблицы, графики) и позволяет судить о связях и закономерностях, действующих в системе.

Смысл **принятия управляющих решений** (в соответствии с целями системы и (полученной информацией) при управлении технической эксплуатацией состоит в выборе управляемых на данном уровне и наиболее эффективных факторов (объектов, подсистем), которые могут повысить целевые показатели и воздействие на них. Пути достижения цели, стоящей перед системой, могут различаться. Поэтому после построения ДЦ формируют несколько вариантов деревьев систем (ДС) или программ и выбирают лучший. В ДЦ вершины характеризуют цели или функции, а в ДС – объекты и системы, которые обеспечивают реализацию функций. Структуры ДС и ДЦ могут совпадать или различаться. На рисунке 1.4 ранее были приведены основные подсистемы ТЭА в соответствии с деревом системы (потребности в услугах и воздействиях по ТО и Р; система и организация ТО и ремонта; производственно-техническая база; персонал; система снабжения; подвижной состав и условия эксплуатации).

Факторы ДСТЭ подразделяются на управляемые и учитываемые. На первые воздействуют в процессе управления, а вторые учитывают при определении целевых нормативов и показателей.

На этапе **доведения решения до исполнителей** важной является форма передачи решения, исключающая двоякое толкование его смысла, сроков выполнения и т. д. Наиболее целесообразной формой является норматив, обеспечивающий эффективное управление.

Таким образом, решение должно быть передано исполнителям в четкой, желательно нормативной форме; обеспечивающей поэтапный количественный и качественный контроль его выполнения.

Реализация управляющего воздействия изменяет состояние системы, информация о котором (в виде обратной связи) снова обрабатывается, анализируется и на ее основе корректируется прежнее или принимается новое решение.

Таким образом, управление носит многоэтапный характер, поскольку к поставленной цели приходят не за один, а за несколько шагов, последовательно корректируя действия в зависимости от достигнутых результатов. Важнейшим элементом управления является информация, сбор и анализ которой требует времени, материальных и трудовых затрат.

При принятии решений в технической эксплуатации используется **вероятностная информация**, характеризующая поведение или состояние совокупности автомобилей, и **индивидуальная или дискретная информация**, определяющая состояние или показатели работы конкретного изделия – детали, агрегата, автомобиля.

Вероятностная информация характеризуется показателями, такими как, параметр потока отказов, средняя наработка между отказами и др. Примерами вероятностной информации является распределение ресурсов деталей, трудоемкости выполнения работ, расхода материалов и т. д. Источниками получения вероятностной информации являются соответствующим образом обработанные отчетные данные действующей на автомобильном транспорте документации, а также результаты специально организованных наблюдений. К вероятностной информации следует отнести также ранее накопленный опыт, изложенный в технической литературе, справочниках, научных отчетах и т. д. Вероятностный характер данной информации проявляется в возможности полного или частичного ее использования в конкретных условиях.

Индивидуальная информация также может быть получена по отчетным данным для конкретного автомобиля (агрегата) или по результатам непосредственных наблюдений за ним. Используется она для корректировки управляющего решения применительно к данному объекту. Вероятностная и индивидуальная информация дополняют друг друга: на основании первой может быть установлен момент контроля технического состояния изделия, а целесообразность конкретных работ по поддержанию работоспособности определяется индивидуальной информацией о техническом состоянии изделия, получаемой, например, с использованием средств диагностики. Целесообразность использования того или иного вида информации или пропорции их сочетания определяется технико-экономическими расчетами, оценкой представительности, точности, важности и стоимости получения данной информации, а также важностью принимаемого решения.

4.2 Содержание и уровни регламентации системы ТО и ремонта автомобилей

В настоящее время переход на рыночные условия привел к значительным изменениям отношений между предприятиями и организациями различных форм собственности, «потребителя и исполнителя». При этом

несмотря на уже практически полностью измененную экономическую систему в России основные принципы технической эксплуатации автомобилей в аспекте системы технического обслуживания и ремонта остаются обоснованными и приемлемыми в настоящее время.

Техническая документация, излагающая принципы функционирования системы ТО и ремонта, обычно содержит в той или иной комбинации следующие материалы и рекомендации:

- принимаемые принципы (стратегия, тактика) обеспечения работоспособности и технического состояния;
- основные понятия и определения;
- виды и назначение ТО и ремонта;
- нормативы периодичности трудоемкости, ресурсов автомобилей и агрегатов, простоев на ТО и в ТР;
- типовые обобщенные перечни операций ТО, которые затем привязываются к конкретным моделям автомобилей и их модификациям;
- методы учета условий эксплуатации и корректирования нормативов;
- основные положения по организации ТО и ремонта автомобилей.

Из документов, регламентирующих систему и нормативы ТО и ремонта, наиболее известны для автомобильного транспорта Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, утвержденное на отраслевом уровне (Министерство транспорта РФ), отраслевые нормативы технологического проектирования автотранспортных предприятий, заводские инструкции по эксплуатации и сервисные книжки для индивидуальных автомобилей.

Аналогичная документация применяется и на других видах транспорта. Например, на воздушном транспорте действует система регламентов технического обслуживания и ремонта воздушных судов, утверждаемая производителями и эксплуатационниками. Подробные правила технической эксплуатации, регламентирующие систему и нормативы технической эксплуатации, действуют на водном, морском и железнодорожном транспорте.

Большинство из 370 тыс. субъектов, осуществляющих коммерческую деятельность на автомобильном транспорте (60 % - предприятия, 40 % - физические лица), являются негосударственными собственниками и малыми предприятиями, которые владеют 77 % автомобильного парка России, в том числе 73 % грузового, 98 % легкового и 55 % автобусного.

Поэтому автомобильный транспорт, особенно вновь организованные, как правило, малые автотранспортные предприятия разных форм собственности, оказались в сложных условиях.

Владельцы всех транспортных средств обязаны обеспечить техническое состояние автомобилей в соответствии с государственными требованиями безопасности движения и экологической безопасности (Закон о безопасности дорожного движения, Устав автомобильного транспорта, Положение о лицензировании перевозочной, транспортно-экспедиционной и другой деятельности, связанной с осуществлением транспортного процесса, ремонтом и техническим обслуживанием транспортных средств на автомобильном

транспорте в Российской Федерации). Однако этому препятствуют следующие обстоятельства.

Во-первых, автомобильный транспорт как отрасль во многом утратил механизмы влияния на качество и номенклатуру производимых автомобилей и материалов.

Во-вторых, большинство малых предприятий негосударственной собственности не имеет условий (базы оборудования, персонала) для поддержания работоспособности и требуемого технического состояния автомобилей.

В-третьих, эти предприятия как самостоятельные хозяйственные субъекты не имеют четко узаконенных обязательств применять на своем (или другом) предприятии систему ТО и ремонта, выполнять такой минимальный объем ТО и ремонта, который может обеспечить необходимую работоспособность, экологическую и дорожную безопасность. Неконтролируемые условия и требования проведения ТО и ремонта фактически закреплены в Положении о лицензировании, в которых для получения лицензии «С» на проведение ТО и ремонта, наряду с другими данными (заявление, копия государственной регистрации и т.д.), требуются:

- данные о количестве постов для технического обслуживания и ремонта;

- данные о других основных фондах, обеспечивающих выполнение указанной в заявлении деятельности;

- копия документа, подтверждающего профессиональную пригодность руководителя предприятия, организации, учреждения, предпринимателя или лиц, уполномоченных ими для руководства лицензируемой деятельностью (диплома об окончании специального учебного заведения или документа, подтверждающего стаж работы по специальности не менее 5 лет).

Очевидно, этих данных, не связанных с программой работ, недостаточно, чтобы судить о возможности заявителя качественно выполнить определенный объем работ по ТО или ТР.

Создавшийся правовой, организационный и технологический вакуум привел к нерегулируемой и неконтролируемой эксплуатации автомобилей большинством малых предприятий и владельцев автомобилей. В результате в конце 90-х годов произошло существенное ухудшение технического состояния автомобильного парка, увеличилось число ДТП, вызванных неисправностью автомобилей, загрязнение окружающей среды. По данным НИИАТ, в ходе проведения в ряде регионов инструментальной проверки было выявлено, что свыше 30 % автомобилей из более 105 тысяч проверенных имели неисправности и отказы, при которых их эксплуатация запрещена. Основные отказы и неисправности (всего 100 %): тормозная система – 29 %; рулевое управление – 20 %; система освещения и сигнализации – 19 %. Выявление причин ДТП на месте происшествия технически и методически подготовленными специалистами показало, что около 15 % из них связано с неудовлетворительным техническим состоянием автомобилей (официальная статистика - 1,5-3 %).

Проверка технического состояния автомобилей в Москве показала, что не соответствует экологическим требованиям 15-17 % автомобилей больших и средних и более 40 % малых автотранспортных предприятий.

Для улучшения создавшегося положения в течение переходного периода необходимо:

- восстановление роли автомобильного транспорта в качестве отрасли при оценке действительных показателей качества и надежности автомобилей и допуске их к эксплуатации; до появления на внутреннем автомобильном рынке конкурентной среды эта роль может быть делегирована Министерству транспорта РФ;

- добровольная регламентация системы технического обслуживания и ремонта, основные положения и нормативы которой рекомендуется зафиксировать и применять, как минимум, на хозяйственном уровне (приказ, распоряжение и т.д.). Так как большинство предприятий, особенно малых, не имеет возможности провести наблюдения и исследования, необходимые для разработки «своей» системы и соответствующих нормативов, в качестве исходной базы могут быть рекомендованы и использованы с минимальной корректировкой, учитывающей изменение конструкции и специфику условий эксплуатации;

- рекомендации заводов-изготовителей;

- основные принципы, нормативы, структура системы и методы корректирования Положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта.

В зависимости от традиций, хозяйственного уклада, состояния народного хозяйства и автомобильного транспорта в отечественной и зарубежной практике, смежных отраслях отмечаются следующие уровни регламентации системы ТО и ремонта автомобилей.

Федеральный, межотраслевой и отраслевой уровни, нормативы и требования системы являются обязательными для всех (или оговоренного большинства) организаций, независимо от ведомственного подчинения или вида собственности.

Внутриотраслевой уровень, при котором объединения, холдинги, акционерные общества, крупные транспортные компании на основании имеющегося опыта и специфики эксплуатации применяют «свои режимы» ТО и ремонта при сохранении общих принципов планово-предупредительной системы и использовании базовых нормативов. При этом для группы предприятий, входящих в данное объединение, рекомендации системы являются обязательными. Примерами являются крупные муниципальные или унитарные транспортные компании, имеющие в своем составе научно-исследовательские институты или группы специалистов: Государственная компания Мосгортранс, Мосавтотранс (Москва, Россия), автотранспортная компания почтовой службы США (US Postal Service), крупные лизинговые компании (Ryder, Hertz) и др.

Профессионально-общественный уровень, при котором разработку системы ТО и ремонта берет на себя общественная организация, ассоциация

или объединение, а принципы и нормативы системы являются рекомендательными для транспортных предприятий и организаций. Характерный пример - разработка комитетом по техническому обслуживанию инженерного общества SAE США планово-предупредительной системы технического обслуживания (Preventive Maintenance and Inspection Procedures - PM), которая была рекомендована для армии и гражданских автотранспортных предприятий США. Затем подобная работа проводилась другими транспортными ассоциациями (ATA, США). При этом сочетаются методы научных исследований и наблюдений с масштабным обобщением опыта передовых (Maintenance Efficiency Award - ME) транспортных предприятий. Рекомендации, разработанные подобными методами, являются весьма авторитетными и используются (полностью или с корректированием) большинством автотранспортных предприятий, которые не имеют возможности провести широкомасштабные и дорогостоящие наблюдения и систематизацию необходимых для разработки или корректирования системы данных. В России эту работу могут проводить созданный в 1999 г. Российский автотранспортный союз (РАС), Российская ассоциация автомобильных дилеров при участии учебных и научно-исследовательских институтов, предприятий автомобильного транспорта и производителей транспортной техники.

Действующим Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта определена планово-предупредительная система технического обслуживания подвижного состава и ремонт агрегатным методом. Особенностью этой системы является то, что профилактические работы по подвижному составу проводятся в плановом порядке после установленного пробега, а ремонтные работы, связанные с устранением возникших в процессе эксплуатации отказов и неисправностей, – по потребности. Профилактические и ремонтные воздействия преследуют одну цель – постоянное поддержание транспортных средств в технически исправном состоянии при наименьших суммарных материальных и трудовых затратах, отнесенных к единице пробега или транспортной работы, а также при минимальных потерях рабочего времени подвижного состава при снятии его с эксплуатации для восстановления работоспособности и обеспечения готовности к последующей работе.

В условиях применения системы планирования и экономического стимулирования Положением предусмотрено всемерное развитие инициативы работников автомобильного транспорта по совершенствованию организации технического обслуживания и ремонта, обоснованному учету местных условий эксплуатации подвижного состава и корректированию нормативов, внедрению средств диагностики, поточного производства, механизации и автоматизации производственных процессов.

В связи с тем, что в конструкциях современных автомобилей периодически происходят изменения, а также в связи с непостоянством условий их эксплуатации Положением предусматривается оперативный учет происходящих изменений. С этой целью в Положение включаются две части.

Первая часть, содержащая основы технического обслуживания и ремонта подвижного состава, определяет систему и техническую политику на автомобильном транспорте. В этой части установлены: система и виды технического обслуживания и ремонта, а также исходные нормативы, регламентирующие эти воздействия; классификация условий эксплуатации и методы корректирования нормативов; принципы организации производства технического обслуживания и ремонта подвижного состава на АТП и другие основополагающие данные.

Вторая часть содержит конкретные нормативы по каждой базовой модели автомобиля и ее модификациям, в названии которой указывается конкретное семейство подвижного состава. В ней содержатся: введение (во введении приводится краткая характеристика конструкции, изменений данной модели и ее модификаций, повлиявших на нормативы технического обслуживания и ремонта; указывается год выпуска автомобиля (номер шасси или кузова), начиная с которого вводятся уточненные нормативы); виды технического обслуживания и ремонта; периодичности технического обслуживания; нормы пробега автомобиля и агрегатом до капитального ремонта; нормы затрат на запасные части по интервалам пробега до капитального ремонта; нормы оборотных агрегатов; уточненные перечни операции технического обслуживания и контрольно-диагностических работ, рекомендуемых для выполнения с использованием диагностического оборудования; перечни работ сопутствующего текущего ремонта; трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта; распределение трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта по агрегатам и видам работ; нормы простоя в техническом обслуживании и ремонте; коэффициенты корректирования нормативов технического обслуживания и ремонта для специфических условий, а также перечень основных изменений, внесенных в конструкцию автомобиля для повышения надежности, приспособленности к условиям эксплуатации и снижения затрат на техническое обслуживание и ремонт и химмотологическая карта.

Во второй части Положения допускается конкретизация классификации условий эксплуатации по семействам подвижного состава, условия эксплуатации которых существенно отличаются от подвижного состава общетранспортного назначения. Допускается включение других материалов (контрольно-диагностические параметры и др.), способствующих обеспечению высокой надежности работы подвижного состава и снижению затрат на техническое обслуживание и ремонт.

4.3 Методы обеспечения работоспособности автомобилей

В настоящее время для обеспечения работоспособности автомобилей применяют три стратегии, приведенные в таблице 4.1.

Выбор стратегии обеспечения работоспособности производится на основе использования обобщенных закономерностей, учитывающих влияние

технического состояния на экономические, эксплуатационные и экологические параметры.

Таблица 4.1 – Стратегии обеспечения работоспособности автомобилей

Номер стратегии	Метод воздействия	Наименование воздействия
I	Поддержание заданного уровня (интервала) работоспособности	Техническое обслуживание
II	Восстановление утраченной работоспособности	Ремонт
III	Комбинация I и II стратегий	ТО и Р

Объективную оценку взаимосвязи этих стратегий на примере элемента с постепенным изменением параметра технического состояния – тормозного механизма (рисунок 4.1). Конструктивным параметром Y (при прочих равных условиях) этого механизма является зазор между тормозными накладками и барабаном (диском).

Одним из диагностических параметров (наряду с тормозной силой, замедлением и др.) является тормозной путь S_T , предельно допустимое значение которого $S_{T,п.д}$ регламентировано (ГОСТ, правила дорожного движения). При торможении автомобиля сопрягаемые детали (тормозные накладки - диск, барабан) изнашиваются, зазор возрастает (кривая 1, рисунок 4.1), а тормозной путь (кривая 2) увеличивается. Переход за предельное значение конструктивного параметра Y_n , определяемого конструкцией изделия, вызывает отказ тормозного механизма и автомобиля, внешним проявлением которого является резкое возрастание тормозного пути. При этом резко увеличивается вероятность дорожно-транспортного происшествия. При этом чтобы предупредить это событие, необходимо до его наступления, т.е. при наработке $L_{то} < L_p$, «вернуть» механизм в исходное ($AD: Y_{пд} \rightarrow Y_n$) или близкое к нему ($AE: Y_{пд} \rightarrow Y_n'$) состояние, уменьшив методами регулирования зазор между накладками и барабаном (диском) на величину $\Delta = Y_{пд} - Y_n$ (или $\Delta' = Y_{пд} - Y_n'$). Далее, этот процесс предупреждения отказа (I стратегия) может продолжаться в зависимости от конструкции механизма многократно и является типичным примером профилактики, т.е. технического обслуживания, а $L_{то}$ - его периодичностью. В саморегулирующихся механизмах это происходит также с определенной периодичностью, но автоматически. Разница $Y_n - Y_{пд}$ (предотказная зона) необходима для обеспечения минимальной вероятности возникновения отказа из-за неучтенных или неизвестных факторов (условия эксплуатации, качество материала, режимы эксплуатации и др.). При этом величина $\Delta L = L_p - L_{то}$ определяет запас ресурса при принятой периодичности ТО $L_{то}$.

При увеличении ΔL (сокращении $L_{то}$) обеспечивается рост безопасности работы механизма и одновременно увеличиваются затраты на профилактические работы, т.к. количество воздействий за определенный

период возрастает. Увеличение периодичности ТО сокращает затраты на профилактические работы, однако риск появления отказа также увеличивается и связанные с ним затраты (ДТП, нарушение транспортного процесса, компенсация ущерба, простои в ремонте и др.). Поэтому при поддержании работоспособного состояния изделия определение рациональной периодичности ТО $L_{ТО}$ является важнейшей задачей.

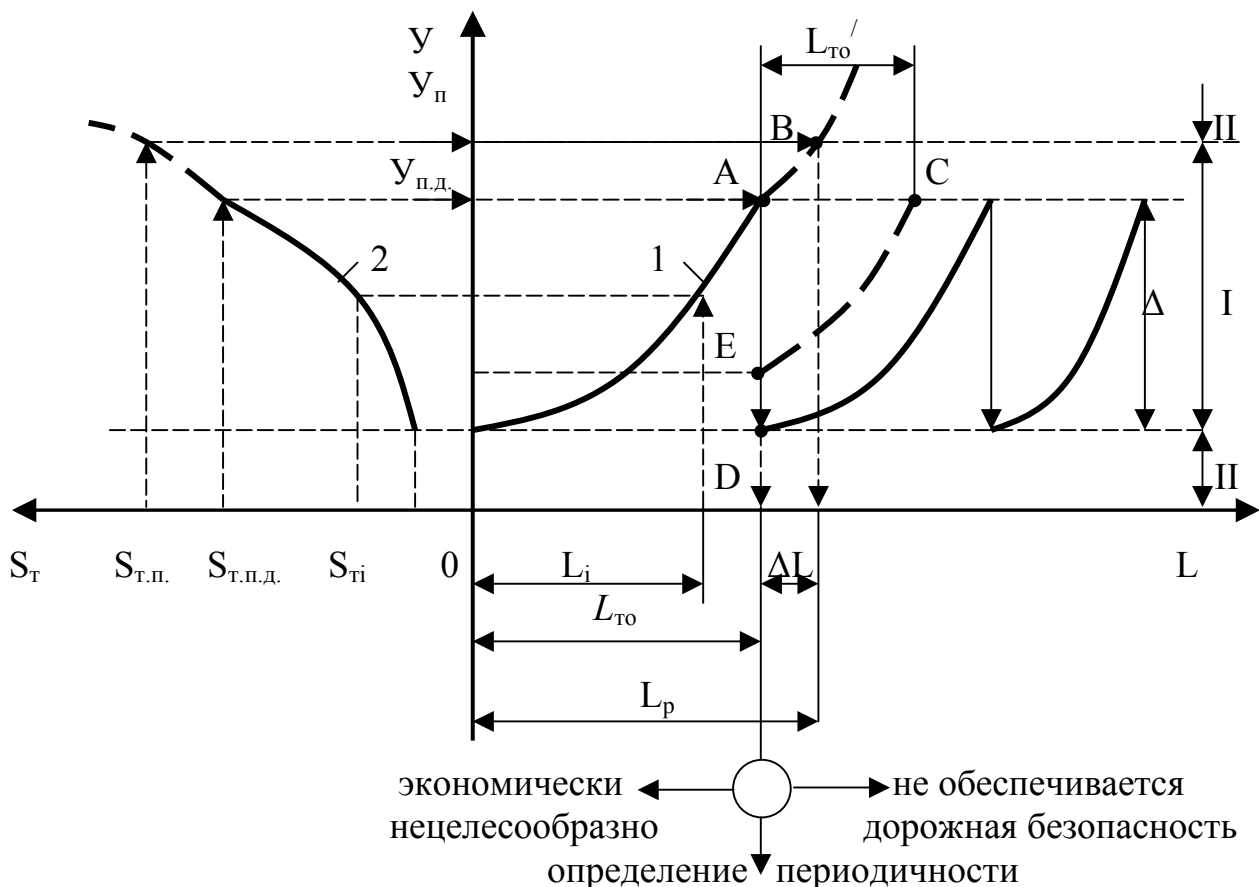


Рисунок 4.1 – Схема изменения и восстановления технического состояния

При этом интенсивность изменения параметра технического состояния $k_{инт}$ (из наблюдений, опыта, технической документации), то среднюю величину ресурса L_p или периодичности ТО $L_{ТО}$ определяется по формуле:

$$\bar{L}_p \approx \frac{y_{п.} - y_{п.д.}}{k_{инт}} \quad (4.1)$$

$$\bar{L}_{ТО} \approx \frac{y_{п.д.} - y_{п.}}{k_{инт}}$$

Такая схема типична для изделий и материалов с монотонным изменением параметров технического состояния. При этом при каждом цикле профилактических работ происходит полная или частичная компенсация износа

сопряженных деталей, фактические размеры (например, толщина тормозного диска, износ кулачков распределительного вала) которых все больше отклоняются от номинальных.

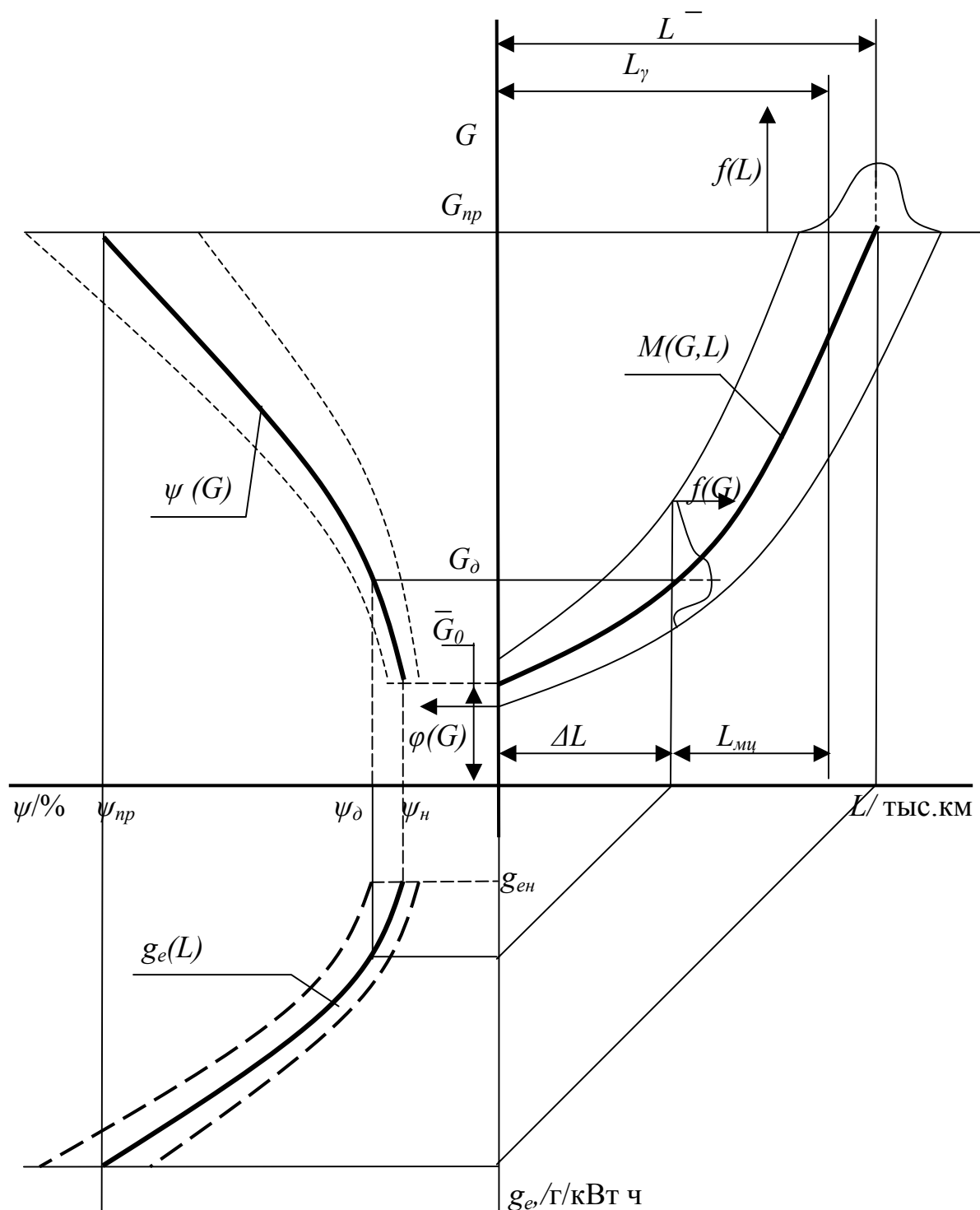


Рисунок 4.2 – Зависимости изменения технологического параметра (износа) кулачков распределительного вала от наработки и его связи с параметрами экологического (дымность отработавших газов) и экономического (удельный расход топлива) показателей двигателя КамАЗ-740

где \bar{L} – оценка математического ожидания наработки до предельного состояния изделия; G_{np} – предельное значение показателя; ΔL – запас

работоспособности по техническому состоянию; $L_{ми}$ – величина межремонтного цикла; $L_{γ}$ – величина гамма-процентной наработки; G_0 – допустимое значение показателя; G_0 и $φ(G)$ – оценка математического ожидания и плотность исходного (базового) значения технологического показателя; $f(L)$ – плотность наработки до предельного состояния; $f(G)$ – плотность распределения технологического показателя; $M(G,L)$ – функция изменения технологического показателя от наработки; $ψ(G)$ – функция изменения установленного экологического показателя от технологического показателя; $ψ(L)$ – функция изменения установленного экологического показателя от наработки.

В результате техническое состояние достигает предельного значения, при котором работоспособность не может быть обеспечена путем проведения профилактических воздействий, то есть требуется восстановление работоспособности (называемое ремонтом). Ремонт осуществляется путем замены или восстановления рабочих поверхностей, что предполагает II стратегию. В рассматриваемом примере – это замена тормозных накладок и колодок в сборе (или отдельно) с тормозными барабанами (дисками) в зависимости от их технического состояния.

Процесс определения рациональной периодичности технического обслуживания или своевременной постановки изделия на ремонт от момента постановки задачи до практического его применения занимает достаточно долгое время. При проведении экспериментальных исследований, на основании результатов которых устанавливаются зависимости изменения параметров технического состояния от наработки, затрачиваются значительные материальные и трудовые ресурсы. Такого рода разработками занимаются в основном организации и предприятия, имеющие научно-исследовательское направление.

В процессе проведения научно-исследовательских работ были установлены зависимости изменения технологического показателя (G - износа кулачков) распределительного вала от наработки и влияния на экологический ($ψ$ - дымность отработавших газов) и экономический (g_e - удельный расход топлива) показатели двигателя, что представлено на рисунке 4.2.

Полученные зависимости позволяют усреднено определять экологические и топливные показатели двигателя при определенной наработке распределительного вала, а также осуществлять прогнозную оценку ресурса распределительного вала с учетом экологических и топливных показателей двигателя.

Проведенные НИИАТом исследования показали, что наибольший прирост эффективности наблюдается при переходе от стратегии устранения отказов по потребности (II) к предупредительной стратегии (I) с двумя-тремя видами ТО. При этом суммарные удельные затраты на предупреждение и устранение отказов сокращаются на 30-37 %.

Пример. Определить прогнозную наработку $L_{прогн}$ для замены распределительного вала вследствие износа кулачков по высоте автомобиля КамАЗ 5320, если при проведении текущего ремонта двигателя с наработкой L

= 120000 км средний износ кулачков по высоте составляет $G = 1$ мм. С учетом научно-технической литературы зависимость для определения предельной наработки распределительного вала от износа кулачков имеет вид

$$L_{np} = 1,1 \sqrt[1,1]{\frac{G_{np}}{\kappa_{инт}}}. \quad \text{Предельный износ } G_{np} \text{ кулачков по высоте для}$$

распределительного вала КамАЗ в соответствии с нормативно-технической документацией составляет 2,5 мм.

Исходные данные:

Марка автомобилей – КамАЗ-5320;

Пробег – $L = 120000$ км;

Средний износ кулачков $G = 1$ мм.

Для расчета прогнозируемого предельного износа определяем коэффициент интенсивности износа кулачков по высоте от наработки по формуле:

$$\kappa_{инт} = \frac{G}{L^{1,1}} = \frac{1}{120000^{1,1}} = 0,3 \cdot 10^{-5} \text{ мм/км}$$

Определение предельной наработки осуществляется исходя из предельного износа кулачков, установленного нормативно-технической документацией ($G_{np} = 2,5$ мм)

$$L_{np} = 1,1 \sqrt[1,1]{\frac{2,5}{0,3 \cdot 10^{-5}}} = 276000 \text{ км}$$

Прогнозная наработка после которой потребуется замена распределительного вала составит:

$$L_{прогн} = L_{np} - L = 276000 - 120000 = 156000 \text{ км}$$

4.4 Техническое обслуживание автомобилей

Основная цель ТО состоит в предупреждении и отдалении момента достижения изделием предельного состояния, а также обеспечение требований санитарно-гигиенических норм и правил. Техническое обслуживание должно обеспечивать безотказную работу подвижного состава в пределах установленных периодичностей по воздействиям, включенным в перечень операций. Если при техническом обслуживании нельзя убедиться в полной исправности отдельных узлов, то их следует снимать с автомобиля для контроля на специальных приборах и стендах. Операции технического обслуживания необходимо проводить с предварительным контролем. Основным методом выполнения контрольных работ является диагностирование, которое предназначено для определения технического

состояния автомобиля, его агрегатов, узлов и систем без разборки и является технологическим элементом технического обслуживания. Цель диагностирования при техническом обслуживании заключается в определении действительной потребности в производстве работ, выполняемых не при каждом обслуживании, и прогнозировании момента возникновения отказа или неисправности.

Техническое обслуживание подвижного состава по периодичности, перечню и трудоемкости выполняемых работ подразделяется на следующие виды: ежедневное техническое обслуживание (ЕО); первое техническое обслуживание (ТО-1); второе техническое обслуживание (ТО-2); и другое периодическое обслуживание (например, для автомобилей, оснащенных дополнительным оборудованием не транспортного назначения – буровая установка, моечно-уборочная установка и др.); сезонное техническое обслуживание (СО). За рубежом ТО обычно подразделяются на: А, В, С, D и др.

При этом при техническом обслуживании выполняются следующие основные виды работ:

- уборочно-моечные;
- контрольно-диагностические;
- регулировочные;
- крепежные;
- смазочные;
- заправочные;
- электротехнические и другие.

При изменении конструкции подвижного состава и условий эксплуатации допускается во второй части Положения для конкретных моделей) автомобилей обоснованное сокращение числа видов технического обслуживания. Все виды технического обслуживания подвижного состава проводятся в объеме перечней основных операций, приведенных в НТД и уточняемых во второй части Положения применительно к конкретному семейству подвижного состава.

ЕО включает контроль, направленный на обеспечение безопасности движения, а также работы по поддержанию надлежащего внешнего вида, заправку топливом, маслом и охлаждающей жидкостью, а для некоторых видов подвижного состава – санитарную обработку кузова.

ЕО выполняется на автотранспортном предприятии после работы подвижного состава на линии. Контроль технического состояния автомобилей перед выездом на линию, а также при смене водителей на линии осуществляется ими за счет подготовительно-заключительного времени.

ТО-1 и ТО-2 включают контрольно-диагностические, крепежные, регулировочные, смазочные и другие работы, направленные на предупреждение и выявление неисправностей, снижение интенсивности ухудшения технического состояния подвижного состава, экономию топлива и других эксплуатационных материалов, уменьшение отрицательного воздействия автомобилей на окружающую среду. Диагностические работы (процесс диагностирования) являются технологическим элементом ТО и

ремонта автомобиля (контрольных операций) и дают информацию о его техническом состоянии при выполнении соответствующих работ. В зависимости от назначения, периодичности, перечня и места выполнения диагностические работы подразделяются на два вида: общее (Д-1) и поэлементное углубленное (Д-2) диагностирование.

При этом ТО-1 предназначено в основном для обеспечения работоспособности узлов и систем, обеспечивающих условия безопасности движения, экологической безопасности и топливной экономичности.

Периодичности ТО-1 и ТО-2 для автомобилей установлены нормативно-технической документацией для I категории условий эксплуатации в умеренном климатическом районе с умеренной агрессивностью окружающей среды. При этом периодичности технического обслуживания прицепов и полуприцепов равны периодичностям их тягачей. Периодичности замены масел и смазок уточняются в зависимости от типов (моделей) и конструктивных особенностей агрегатов (узлов), а также марки применяемого масла (смазки).

ТО должно обеспечивать безотказную работу агрегатов, узлов и систем автомобиля в пределах установленных периодичностей по тем воздействиям, которые включены в перечень операций.

В действующей системе ТО и ремонта для технического обслуживания рекомендуется устанавливать расчетные периодичность, трудоемкость и простои.

Техническое обслуживание выполняется на самих автотранспортных предприятиях (комплексное АТП) или на специализированных автосервисных и ремонтных предприятиях: станциях технического обслуживания, ремонтных мастерских, базах централизованного технического обслуживания.

Нормативы трудоемкости ТО-1 и ТО-2 не включают трудоемкость ЕО, причем допустимое отклонение от нормативов периодичности технического обслуживания составляет $\pm 10\%$.

Нормативы, приведенные для ТО, не учитывают трудовых затрат на вспомогательные работы, которые устанавливаются в пределах не более 30% к суммарной трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта по автотранспортному предприятию. В состав вспомогательных работ входят: техническое обслуживание и ремонт оборудования и инструмента; транспортные и погрузочно-выгрузочные работы, связанные с техническим обслуживанием и ремонтом подвижного состава; перегон автомобилей внутри автотранспортных предприятий; хранение, приемка и выдача материальных ценностей; уборка производственных помещений, связанных с техническим обслуживанием и ремонтом подвижного состава.

Сезонное техническое обслуживание проводится 2 раза в год и включает работы по подготовке подвижного состава к эксплуатации в холодное и теплое время года (перевод на соответствующий вид топлива, эксплуатационных материалов, шин; корректирование плотности электролита в аккумуляторной батарее, давления в шинах и др.).

В качестве отдельно планируемого вида СО рекомендуется для подвижного состава, работающего в районах очень холодного, холодного,

жаркого сухого и очень жаркого сухого климата. Для остальных условий сезонное техническое обслуживание совмещается преимущественно с ТО-2 с соответствующим увеличением трудоемкости. Нормативы трудоемкости СО составляют от трудоемкости ТО-2: 50 % для очень холодного и очень жаркого сухого климатических районов; 30 % для холодного и жаркого сухого районов; 20 % для прочих районов.

Особенностью работ ТО являются:

- поддержание технического состояния в заданных пределах $Y_n \leq Y_i \leq Y_{п.д.}$;
- регулярность и плановость - выполнение с определенной, заранее заданной наработкой (периодичностью);
- выполнение, как правило, без разборки или с минимальной разборкой;
- сравнительно малая трудоемкость и продолжительность операций ТО;
- сравнительно малая наработка (периодичность в зависимости от типа подвижного состава и вида ТО колеблется от 2 до 25 тыс. км);
- выполнение операций, как правило, группами, называемыми видами ТО.

4.5 Ремонт автомобилей

В соответствии с назначением, характером и объемом выполняемых работ ремонт подразделяется на капитальный (КР) и текущий (ТР). При ремонте выполняются такие виды работ, как контрольно-диагностические, дефектовочные, разборочные, слесарные, механические, сварочные, кузовные, малярные и др.

Капитальный ремонт предназначен для регламентированного восстановления потерявших работоспособность автомобилей и агрегатов, обеспечения их ресурса до следующего капитального ремонта или списания не менее 80 % от норм для новых автомобилей и агрегатов. Капитальный ремонт осуществляется в соответствии с Единой системой конструкторской документации, предусмотренной действующими стандартами.

КР подвижного состава, агрегатов и узлов производится на специализированных ремонтных предприятиях, как правило, обезличенным методом, предусматривающим полную разборку объекта ремонта, дефектацию, восстановление или замену составных частей, сборку, регулировку, испытание.

Техническое состояние подвижного состава, агрегатов или узлов, сдаваемых в КР, и качество его выполнения должны соответствовать требованиям государственных стандартов и другой нормативно-технической документации на КР. Направление подвижного состава и агрегатов в КР производится на основании результатов анализа: их технического состояния с применением средств контроля (диагностирования) с учетом пробега, выполненного с начала эксплуатации или после КР; суммарной стоимости израсходованных запасных частей с начала эксплуатации и других затрат.

Капитальный ремонт агрегата предусматривает его полную разборку, дефектацию, восстановление или замену деталей с последующей сборкой, регулировкой и испытанием. Агрегат направляется в КР, если:

- базовая и основные детали (таблица 4.2) требуют ремонта с полной разборкой агрегата;

- работоспособность агрегата не может быть восстановлена или ее восстановление экономически нецелесообразно путем проведения ТР.

Основные детали обеспечивают выполнение функциональных свойств агрегатов и определяют их эксплуатационную надежность. Поэтому восстановление основных деталей при капитальном ремонте должно обеспечивать уровень качества, близкий или равный качеству новых изделий.

К базовым или корпусным деталям относятся детали, составляющие основу агрегата и обеспечивающие правильное размещение, взаимное расположение и функционирование всех остальных деталей и агрегата в целом. Работоспособность и ремонтпригодность базовых деталей, как правило, определяют полный срок службы агрегата и условия его списания.

При капитальном ремонте должно обеспечиваться также восстановление до уровня новых изделий или близкого к нему: зазоров и натягов, взаимного расположения деталей (осей, плоскостей и т.п.), микро- и макрогеометрии рабочих поверхностей, структуры и твердости металла, форм и внешнего вида составных частей изделия. Направление подвижного состава и агрегатов на капитальный ремонт производится на основании результатов анализа их технического состояния с применением средств диагностики и учетом пробега, а также затрат на ТО и ремонт.

Для капитального ремонта регламентируются ресурс агрегата и автомобиля до первого и последующих капитальных ремонтов и продолжительность ремонта (в днях).

Автобусы и легковые автомобили направляются в КР при необходимости капитального ремонта кузова. Грузовые автомобили направляются в КР при необходимости капитального ремонта рамы, кабины, а также не менее трех других агрегатов в любом их сочетании.

В виде исключения допускается производство среднего ремонта автомобилей для их эксплуатации в тяжелых дорожных условиях. Средний ремонт автомобиля предусматривает: замену двигателя требующего капитального ремонта; диагностирование Д-2 технического состояния автомобиля и одновременное устранение выявленных неисправностей агрегатов с заменой или ремонтом деталей; окраску кузова; других необходимых работ, обеспечивающих восстановление исправности всего автомобиля. Средний ремонт проводится с периодичностью свыше одного года. Нормативы и рекомендации разрабатываются с учетом достигнутого уровня надежности конкретного семейства подвижного состава и приводятся во второй части Положения по этому семейству.

Подвижной состав подвергается, как правило, не более чем одному капитальному ремонту, не считая КР агрегатов и узлов до и после капитального ремонта автомобиля

КР полнокомплектного подвижного состава следует максимально ограничивать вплоть до полного исключения (в первую очередь грузовых

автомобилей и легковых автомобилей-такси) за счет замены агрегатов и узлов, требующих КР на исправные, взятые из оборотного фонда.

Рекомендации о сроках исключения КР полнокомплектных автомобилей приводятся во второй части Положения по конкретному семейству подвижного состава с учетом достигнутого уровня надежности кузова, кабины, рамы.

Номенклатура агрегатов и узлов, подлежащих КР на авторемонтных предприятиях в качестве товарной продукции, приведена в НТД.

Таблица 4.2 – Перечень основных агрегатов автомобиля, их базовых и основных деталей

Агрегаты	Базовые (корпусные) детали	Основные детали
1	2	3
Двигатель с картером сцепления в сборе	Блок цилиндров	Головка цилиндров, коленчатый вал, маховик, распределительный вал, картер сцепления
Коробка передач	Картер коробки передач	Крышка картера верхняя, удлинитель коробки передач, первичный, вторичный и промежуточный валы
Карданная передача	Труба (трубы) карданного вала	Фланец-вилка, вилка скользящая
Задний мост	Картер заднего моста	Кожух полуоси, картер редуктора, стакан подшипников, чашка дифференциала, ступица колеса, тормозной барабан или диск, водило колесного редуктора
Гидромеханическая передача	Картер механического редуктора	Корпус двойного фрикциона, первичный, вторичный и промежуточный валы, турбинное и насосное колеса, реактор
Передняя ось	Балка передней оси или поперечина при независимой подвеске	Поворотная цапфа, ступица колеса, шкворень, тормозной барабан или диск
Кабина грузового автомобиля и кузов легкового автомобиля	Каркас кабины или кузова	Дверь, крыло, облицовка радиатора, капот, крышка багажника
Кузов автобуса	Каркас основания	Кожух пола, шпангоуты

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
Платформа грузового автомобиля	Основание платформы	Поперечины, балки
Рама	Лонжероны	Поперечины, кронштейны рессор
Рулевое управление	Картер рулевого механизма, картер золотника гидроусилителя, корпус насоса гидроусилителя	Вал сошки, червяк, рейка – поршень, винт шариковой гайки, крышка корпуса насоса гидроусилителя, статор и ротор насоса гидроусилителя
Подъемное устройство платформы автомобиля-самосвала	корпус гидравлического подъемника, картер коробки отбора мощности	Корпус насоса коробки отбора мощности

Текущий ремонт предназначен для обеспечения работоспособного состояния подвижного состава с восстановлением или заменой отдельных его агрегатов, узлов и деталей (кроме базовых), достигших предельно допустимого состояния. При ТР допускается одновременная замена (комплект) агрегатов, узлов и деталей, близких по ресурсу. Отработавшие агрегаты, узлы и детали направляются на специализированные производства для восстановления в качестве запасных частей и комплектования из них ремонтных комплектов.

Под ремонтными комплектами понимаются наборы агрегатов, узлов и деталей, необходимые для устранения неисправностей. Применение ремонтного комплекта должно исключать дополнительные потери рабочего времени на доводку его элементов и доставку недостающих деталей на рабочее место.

ТР должен обеспечивать безотказную работу отремонтированных агрегатов, узлов и деталей на пробеге не меньшем, чем до очередного ТО-2. Нормативы трудоемкости ТР подвижного состава приводятся в НТД. Для сокращения времени простоя подвижного состава ТР выполняется преимущественно агрегатным методом, при котором производится замена неисправных или требующих капитального ремонта агрегатов и узлов на исправные, взятые из оборотного фонда. Текущий ремонт может выполняться на АТП и специализированных сервисных и ремонтных предприятиях.

Замену агрегатов на подвижном составе, для которого предусмотрен полнокомплектный КР, следует производить с учетом их остаточных ресурсов.

Для ТР могут регламентироваться удельная трудоемкость, т.е. трудоемкость, отнесенная к пробегу автомобиля (чел.-ч/1000 км), а также суммарные удельные простои в ТР и на ТО (смен/1000 км). Кроме того, специальными нормативами на хозяйственном уровне могут

регламентироваться затраты на ТО (на вид или удельные, руб./1000 км) с поэлементной разбивкой, например на оплату труда рабочих, на запасные части и материалы.

Нормативы количества оборотных агрегатов на автотранспортных предприятиях приведены в НТД. Меньшие значения количества оборотных агрегатов принимаются для подвижного состава, не бывшего в КР и имеющего пробег с начала эксплуатации не более 75 % от установленных нормативных пробегов; при годовом пробеге до 40 тыс. км для грузовых автомобилей и до 70 тыс. км – для автобусов и легковых автомобилей-такси.

Большие значения количества оборотных агрегатов принимаются для автомобилей, не бывших в капитальном ремонте, но имеющих пробеги с начала эксплуатации более 75 % от установленных нормативных пробегов; для капитально отремонтированных автомобилей или подвижного состава, у которого не менее трех основных агрегатов (в любом их сочетании) заменены на капитально отремонтированные; при годовом пробеге более 40 тыс. км для грузовых автомобилей и более 70 тыс. км для автобусов и легковых автомобилей-такси.

Предметный состав оборотного фонда определяется в зависимости от типа подвижного состава, условий работы автотранспортных предприятий, системы управления запасами и включает следующие основные агрегаты и узлы в сборе: двигатель, коробка передач, гидромеханическую передачу, задний мост, переднюю ось, рулевое управление, подъемное устройство платформы, коробку отбора мощности, а также узлы согласно НТД.

Оборотный фонд создается и поддерживается за счет поступления новых и отремонтированных агрегатов и узлов, в том числе и оприходованных со списанных автомобилей. Ответственность за содержание в исправном состоянии оборотного фонда несет производственно-техническая служба.

Для автобусов, автомобилей-такси и других видов подвижного состава, к которым предъявляются повышенные требования безопасности движения, рекомендуется регламентирование части работ ТР (планово-предупредительный ремонт) по предупреждению отказов:

- влияющих на безопасность движения (приложение);
- стоимость устранения которых ниже стоимости выполнения ремонта по потребности, включая убытки от простоев подвижного состава;
- наиболее часто возникающих при использовании автомобиля в конкретных условиях эксплуатации.

Часть операций текущего (планово-предупредительного) ремонта малой трудоемкости может выполняться совместно с техническим обслуживанием. Этот вид ремонта называется сопутствующим. Суммарная трудоемкость операций сопутствующего ремонта не должна превышать 15-20 % от трудоемкости соответствующего вида технического обслуживания. Перечень возможных работ сопутствующего ремонта автомобилей, допускаемых для выполнения при ТО-1 и ТО-2 приводится второй части Положения.

Перечни операций, периодичности и трудоемкости планово-предупредительного ремонта приводятся во второй части Положения по конкретному семейству подвижного состава.

Для обеспечения исправного состояния подвижного состава, с периодичностью 0,5-0,6 от пробега до КР проводится текущий ремонт, включающий:

- углубленный осмотр, контроль (диагностирование) технического состояния элементов кузова, кабины, рамы и установленных на них узлов;
- проведение по результатам контроля (диагностирования) необходимого ремонта: восстановление (замена) деталей и узлов, достигших предельного состояния; герметизация сварных швов и уплотнений; устранение вмятин и трещин на панелях и каркасе кузова, кабины и рамы; удаление продуктов коррозии; восстановление противокоррозионного покрытия кузова, кабины и рамы; окраска кузова, кабины и рамы автомобиля.

В умеренно-холодном, холодном и очень холодном климатических районах указанные работы выполняются перед наступлением холодного времени года.

Таблица 4.3 - Продолжительность простоя подвижного состава в техническом обслуживании и ремонте

Подвижной состав	ТО и ТР на АТП, дней/1000км	КР на специализированном АРП, дней
Легковые автомобили	0,30-0,40	18
Автобусы особо малого, малого и среднего классов	0,30-0,50	20
Автобусы большого класса	0,50-0,55	25
Грузовые автомобили грузоподъемностью, т:		
от 3,0 до 5,0	0,40-0,50	15
от 5,0 и более	0,50-0,55	22
Прицепы и полуприцепы	0,10-0,15	-

Общая продолжительность нахождения подвижного состава в техническом обслуживании и ремонте не должна превышать нормативов, приведенных в НТД (таблица 4.3). Исходя из необходимости увеличения продолжительности работы автомобилей в течение суток автотранспортные предприятия должны выполнять большую часть работ технического обслуживания и текущего ремонта в межсменное время.

Подвижной состав, не пригодный по своему техническому состоянию к дальнейшей эксплуатации и прошедший установленный амортизационный пробег (срок), подлежит списанию в установленном порядке. Списание подвижного состава, не прошедшего амортизационный пробег, производится в соответствии с инструкцией о списании. При списании подвижного состава

агрегаты, узлы и детали, годные к дальнейшему использованию, должны оприходоваться в установленном порядке для пополнения оборотного фонда автотранспортных предприятий, а подлежащие капитальному ремонту (восстановлению) должны направляться на авторемонтные предприятия для восстановления в качестве товарной продукции.

Особенности ремонтных работ:

- выполняются, как правило, по достижении предельного состояния, т.е. по потребности;

- сравнительно большей по сравнению с ТО наработкой;

- выполнение осуществляется при частичной или полной разборке агрегата, автомобиля;

- значительная трудоемкость и стоимость;

- необходимо применение достаточно сложного специального и универсального оборудования (станочное, сварочное и др.).

Кроме того, в настоящее время имеет место так называемый восстановительный ремонт, целью которого является восстановление номинального уровня работоспособности, соответствующего показателям новых деталей. В зарубежной практике такой ремонт называется ремонтом, выполняемым в соответствии со спецификациями изготовителей.

Капитальный ремонт, как правило, выполняется на специализированных предприятиях, текущий ремонт - на самом АТП при наличии соответствующей производственно-технической базы, в специализированных предприятиях (авторемонтных заводах, мастерских, станциях технического обслуживания и др.).

4.6 Диагностирование автомобилей

Общим назначением контрольно-диагностических работ является получение информации о техническом состоянии автомобиля, его отдельных агрегатов, узлов и деталей для принятия решения по технической эксплуатации автомобиля.

Достоверная информация позволяет принимать оптимальные решения о технических воздействиях на конкретный узел и агрегат автомобиля и этим обеспечивает повышение эффективности работы технической службы и автомобильного транспорта.

Контрольно-диагностические работы составляют примерно 30 % трудоемкости ТО и вместе с регулировочными работами включают 17 – 20 % трудоемкости ТР автомобиля. Кроме того, высока трудоемкость этих работ при ремонте отдельных узлов и агрегатов. Однако важнейшим является то, что потребность в ремонте, а также в регулировочных работах ТО выявляется по результатам контрольно-диагностических работ, то есть практически весь объем технических воздействий определяется качеством этих работ. Поэтому развитие всей системы ТО и ремонта автомобилей в настоящее время направлено на совершенствование методов и средств технической диагностики.

Техническая диагностика – область знаний, изучающая и устанавливающая признаки неисправного состояния автомобиля, а также методы, принципы и оборудование, при помощи которого дается заключение о техническом состоянии узла, агрегата, системы без разборки последних и прогнозирование ресурса их исправной работы.

По ГОСТ 20911 – 89 техническое диагностирование – определение технического состояния объекта. Задачи технического диагностирования – контроль технического состояния; поиск места и определение причин отказа (неисправности).

Техническое диагностирование является эффективным средством управления надежностью машин в эксплуатации. Теоретические основы диагностирования машин заложены в научной дисциплине, называемой диагностикой. Между технической диагностикой и теорией надежности существует тесная взаимосвязь. Диагностика обеспечивает необходимую информационную базу для управления работоспособностью и надежностью машин. В свою очередь, одно из свойств надежности – ремонтпригодность – характеризует приспособленность объекта (машины и ее составных частей) к диагностированию.

Техническая диагностика автомобилей – раздел эксплуатационной науки, в котором изучаются, устанавливаются и классифицируются отказы и неисправности агрегатов и узлов и симптомы этих отказов и неисправностей, а также разрабатываются методы и средства для их выявления с целью определения необходимых профилактических и ремонтных воздействий на объект для поддержания высокого уровня его надежности и прогнозирования ресурса его исправной работы. При этом сказано, что диагностирование – это процесс определения и оценки технического состояния объекта без его разборки по совокупности обнаруженных диагностических симптомов.

В общем процессе диагностирования можно выделить три этапа. Первый этап технической диагностики заключается в анализе информации о надежности автомобилей, проведении эксплуатационных исследований процессов изменения технического состояния объектов.

На втором этапе на основании инженерного анализа определяют допустимые и предельные отклонения параметров технического состояния объектов, выбирают методы диагностирования, комплектуют диагностическую систему необходимым оборудованием, производят оценку технического состояния объекта.

Третий этап диагностирования – прогнозирование – заключается в том, что на основе закономерности изменения технического состояния предсказывают поведение объекта в будущем, делают заключение об ожидаемом ресурсе основных элементов, устанавливают периодичность их замены, регулировки и т.д.

По ГОСТ 20911 – 89 прогнозирование технического состояния – определение технического состояния объекта с заданной вероятностью на предстоящий интервал времени. Целью прогнозирования технического состояния может быть определение с заданной вероятностью интервала

времени (ресурса), в течение которого сохранится работоспособное (исправное) состояние объекта или вероятности сохранения работоспособного состояния объекта на заданный интервал времени.

Прогноз определяется как вероятностное научно-обоснованное суждение о перспективах, возможных состояниях того или иного явления в будущем и (или) об альтернативных путях и сроках их осуществления.

В настоящее время разработаны несколько направлений по выявлению закономерностей изменения диагностических параметров. Под прогнозированием также понимают определение срока исправной работы автомобиля до возникновения предельного состояния, обусловленного технической документацией. При постановке диагноза определяется, сможет ли автомобиль исправно работать до очередного ТО или ремонта, то есть практически прогнозирование состоит в назначении периодичности ТО (диагностирования) или определении наработки до очередного ремонта и определении упреждающих диагностических нормативов. При этом основная задача диагностирования заключается в получении максимального эффекта по заранее выбранному критерию.

В процессе эксплуатации происходит непрерывное изменение технического состояния автотранспортных средств, их узлов, агрегатов, деталей вследствие протекания различных процессов старения (изнашивания, усталостных явлений, коррозии и т.д.). При этом происходит изменение диагностических параметров. Выявление закономерностей изменения диагностических параметров, а, следовательно, и прогнозирование технического состояния автомобиля (его узлов, агрегатов, деталей) позволит повысить эффективность его использования (позволит дать рекомендации по повышению надежности, по обоснованию диагностических параметров и нормативов, по разработке методов и средств технического диагностирования, по корректировке периодичности и номенклатуре работ по техническому обслуживанию и т.д.).

Диагностирование данного объекта (автомобиля, агрегата, механизма) осуществляют согласно алгоритму (совокупности последовательных действий), установленному технической документацией. Комплекс, включающий объект, средства и алгоритмы, образует систему диагностирования.

Объект системы диагностирования характеризуется необходимостью и возможностью диагностирования. В свою очередь, необходимость диагностирования автомобиля определяется закономерностями изменения его технического состояния и затратами на поддержание работоспособности. Возможности диагностирования обусловлены наличием внешних признаков, позволяющих определить неисправность автомобиля без его разборки, а также доступностью измерения этих признаков.

Средствами диагностирования служат специальные приборы и стенды. Они делятся на внешние (отдельные) и встроенные, являющиеся составной частью автомобиля. При диагностировании используют не только измерительные технические средства, но и субъективные возможности

человека, его органы чувств, опыт, навыки; в простейших случаях используют субъективное диагностирование, а в сложных – объективное.

Системы диагностирования (рисунок 4.3) делятся на функциональные, когда диагностирование проводят в процессе работы объекта, и тестовые, когда при измерении диагностических параметров работу объекта воспроизводят искусственно. Различают системы универсальные, предназначенные для нескольких различных диагностических процессов, и специальные, обеспечивающие только один диагностический процесс.

Диагностические системы могут быть общие, когда объектом является изделие в целом, а назначением – определение его состояния на уровне «годно-негодно» и локальные – для диагностирования составных частей объекта (агрегатов, систем, механизмов). Кроме того, диагностические средства могут быть ручными или автоматизированными (автоматическими).

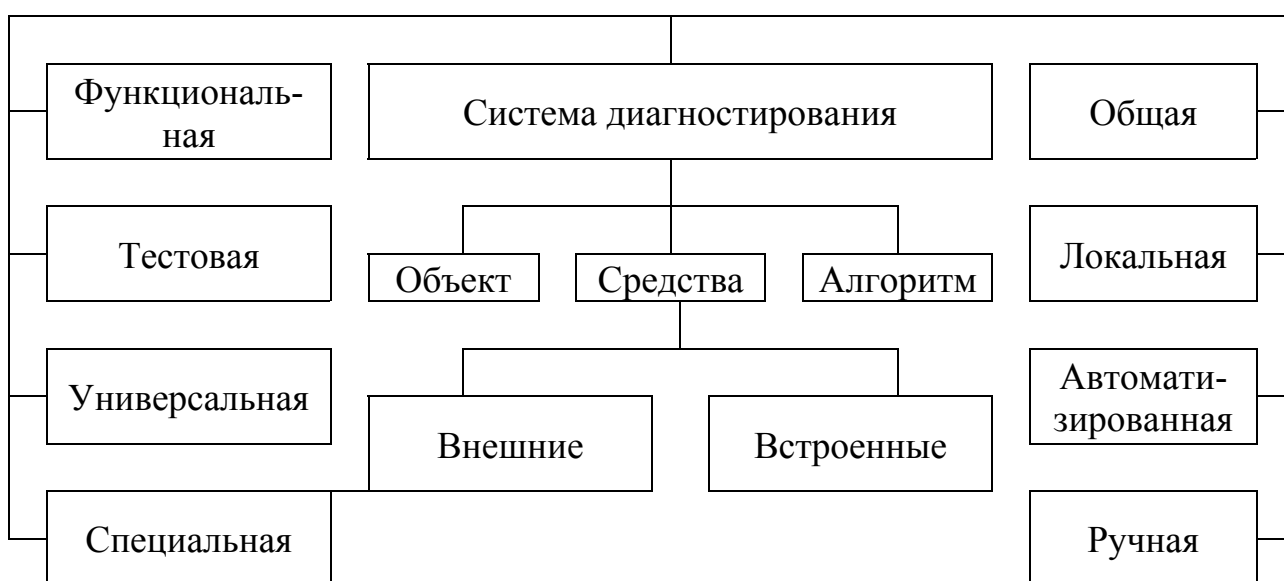


Рисунок 4.3 – Структура разновидностей систем диагностирования

Под прогнозированием технического состояния автомобиля понимают определение срока его исправной работы до возникновения предельного состояния, обусловленного нормативно-технической документацией (стандартов, отраслевыми нормативами, заводскими инструкциями). Оценку же технического состояния объекта в прошлом (например, для выявления причины аварийного отказа, повлекшего за собой дорожно-транспортное происшествие) называют ретроспекцией (рисунок 4.4).

Практические задачи прогнозирования или ретроспекции решают, пользуясь известными закономерностями изменений параметров технического состояния объекта в функции наработки (пробега) путем соответственно их экстраполяции или интерполяции.

Различают диагностирование периодическое и непрерывное. Первое осуществляют через определенные периоды наработки объекта перед ТО или

ремонт автомобиля, а второе при помощи встроенных на автомобиле диагностических средств, в процессе его эксплуатации.

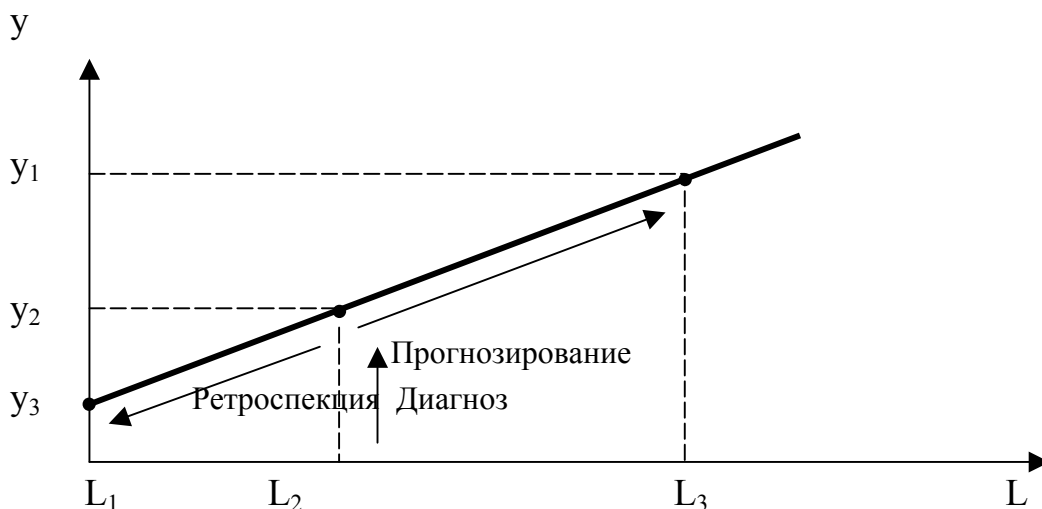


Рисунок 4.4 Схема определения технического состояния объекта

Условия эффективности применения диагностирования. При ТО и ремонте автомобилей используют два вида информации: статистическую (надежностную) и индивидуальную (диагностическую). Статистическую информацию получают путем обработки данных об отказах представительной совокупности автомобилей, а диагностическую – путем непосредственного измерения параметров технического состояния данного автомобиля. На основе статистической информации с определенной вероятностью устанавливают регламентные объемы ТО и ремонта, а на основе диагностической – уточняют эти объемы применительно к данному автомобилю. Использование диагностической информации исключает затраты на преждевременную профилактику и текущий, ремонт автомобилей, обусловленный пропуском отказов. Уровень снижения затрат при плано-предупредительном ТО за счет диагностирования в большой степени зависит от коэффициента вариации ресурса автомобилей L , стоимости аварийного ремонта c , стоимости профилактических d и диагностических c_d работ.

Эффективность применения диагностирования при различном сочетании перечисленных факторов показана на номограмме (рисунок 4.5), которая построена из условия, что суммарные удельные затраты на ремонт, предупредительное обслуживание и диагностирование не превышают суммарных удельных затрат на ремонт и предупредительное обслуживание без диагностирования:

$$\frac{cq_D + d(1 - q_D) + c_D \bar{n}_D}{\bar{L}_{Д}^{\text{факт}}} \leq \frac{cq + d(1 - q)}{\bar{L}_P^{\text{факт}}}, \quad (4.1)$$

где q_D и q – вероятности аварийных отказов, соответственно, при обслуживании с диагностированием и без диагностирования; $\bar{L}_D^{факт}$, $\bar{L}_P^{факт}$ – средние фактические (средневзвешенные) пробеги до восстановления, соответственно, при обслуживании с диагностированием и без диагностирования; \bar{n}_D – среднее число проверок до восстановления.

Из номограммы видно, что чем выше коэффициент вариации ресурса, а, следовательно, и вероятности пропуска отказов данного агрегата при регламентном обслуживании, и чем выше затраты на устранение этих отказов, тем более эффективно применение диагностирования.

Пользуясь номограммой, можно определить для заданных условий предельную стоимость диагностирования C_D^{np} того или иного механизма, при превышении которой становится выгоднее применять принудительную профилактику без диагностирования.

Расчеты показывают, что при существующих значениях c , d и c_D затраты на ТО и ремонт автомобилей могут быть снижены за счет применения диагностирования на 10–25 %.

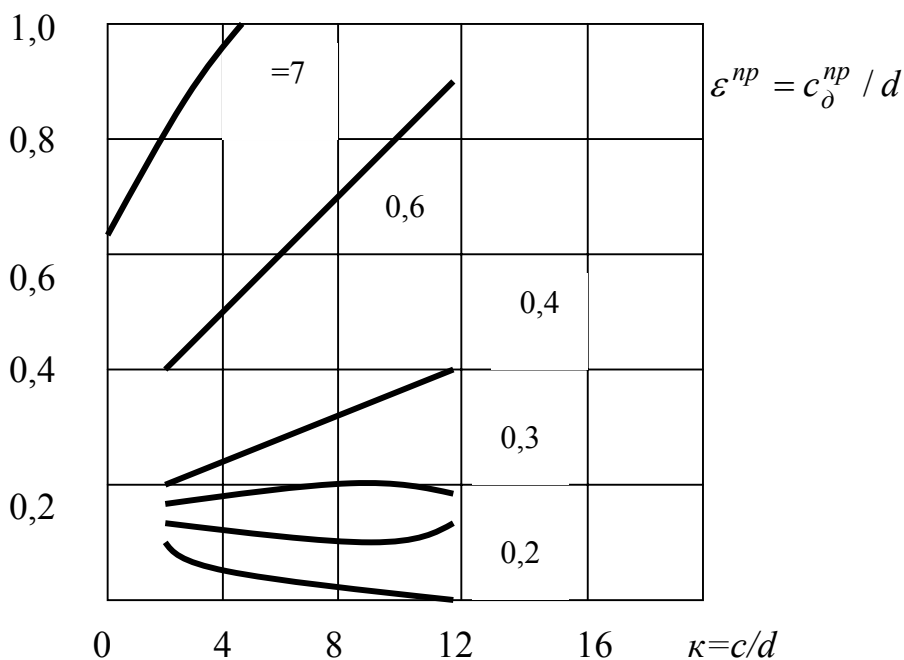


Рисунок 4.5 – Номограмма предельной стоимости диагностирования

где C_D^{np} при различных величинах коэффициентов вариации v ресурса объекта и различных относительных затратах κ на ремонт: d – стоимость предупредительного ремонта (профилактики); c – стоимость ремонта при пропуске отказа.

Кроме снижения затрат на ТО и ТР автомобилей, эффект от применения диагностики, т. е. от индивидуальной оценки технического состояния и свойств автомобилей, может быть получен в результате более полного использования

ресурсов работоспособности их агрегатов и механизмов путем более точного информационного обеспечения планирования и организации таких мероприятий как ремонт, снабжение, экономия топлива, безопасность движения автомобилей и др.

Из этого следует, что диагностика автомобилей является одним из основных факторов обеспечения прогрессивных технологических процессов ТО и ТР, направленных на реализацию многочисленных внутрихозяйственных резервов, за счет всестороннего использования индивидуальных возможностей и свойств автомобилей.

Возможности диагностирования многих агрегатов и механизмов в большой степени зависят от их контролепригодности.

Контролепригодностью называют приспособленность автомобиля к диагностическим работам, обеспечивающим заданную достоверность информации о техническом состоянии объекта при минимальных затратах труда, времени и средств на его диагностирование.

Основным показателем контролепригодности (КП) является коэффициент K_k контролепригодности:

$$K_k = \frac{T_o}{T_o + T_d}, \quad (4.2)$$

где T_o – основная трудоемкость диагностирования, чел.-ч; T_d – дополнительная трудоемкость (подключение диагностических средств, датчиков, вывод объекта на тестовый режим и т.п.), чел.-ч.

Основная и дополнительная трудоемкость диагностирования определяется путем суммирования затрат труда на выполнение основных t_{oi} и дополнительных t_{di} диагностических операций с учетом их вероятностей P_i , обусловленных надежностью объекта. T_o и T_d для элементов, систем и автомобиля в целом выражаются формулами:

$$T_o = \sum_{i=1}^n P_i t_{oi}, \quad T_d = \sum_{i=1}^n P_i t_{di}, \quad (4.3)$$

где n – число диагностических операций.

Коэффициент контролепригодности локально характеризует приспособленность автомобиля (системы, элемента) к диагностированию. Он позволяет также оценить уровень конструкции автомобиля в области его контролепригодности.

Дополнительные показатели контролепригодности дифференцированно оценивают контролепригодности и качественно и количественно. К ним относятся: доступность диагностирования; легкость подключения приборов; возможность диагностирования без разрыва цепей, удобство работ, обеспеченность контроля встроенными датчиками; унификация числа

контрольных точек; централизация контроля; санитарно-гигиенические показатели. Дополнительные диагностические показатели определяют так же, как основные – по трудоемкости операций и их повторяемости, либо количественным сравнением (например, сравнивая число контрольных точек), либо экспертно на основе анализа ранее выполненных аналогичных конструкций. Нормативы контролепригодности могут задавать на стадии проектирования автомобилей, исходя из уже достигнутого минимума t_{0i} и t_{Di} в области мирового автомобилестроения. Для повышения контролепригодности автомобилей на их агрегатах и механизмах устанавливают встроенные датчики, устройства для централизованного съема информации, индикаторы неисправностей, а в последнее время широко используются микропроцессорные датчики, позволяющие обозначить путь возникновения неисправности и ее исправления.

Для обеспечения процесса диагностирования используют диагностические параметры, которыми могут быть: параметры рабочих процессов (мощность, тормозной путь, расход топлива и др.); параметры сопутствующих процессов (шум, вибрация, нагрев и др.) и геометрические величины (зазор, люфт, свободный ход, биение и др.). Закономерности изменения диагностических параметров от наработки объекта диагностирования аналогичны закономерностям изменения параметров его технического состояния.

С целью обеспечения требуемой достоверности и экономической целесообразности получения диагностической информации диагностические параметры должны быть чувствительны, однозначны, стабильны и информативны (рисунок 4.6).

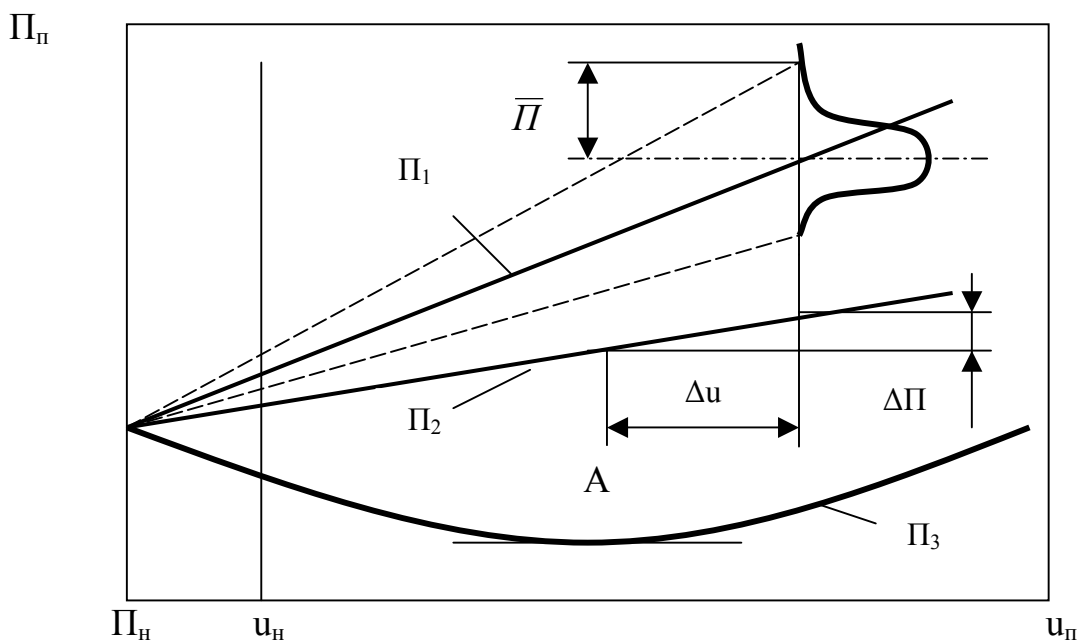


Рисунок 4.6 – Схема характеристик диагностических параметров где \bar{P} - математическое ожидание, характеризующее стабильность

параметра Π_1 ; $\Delta\Pi/\Delta u$ – чувствительность параметра Π_2 ; A – экстремум, характеризующий неоднозначность параметра Π_3 в диапазоне $u_n - u_n$; u_n и u_n – соответственно начальное и предельное значения структурного параметра.

Чувствительность K_Γ , диагностического параметра Π , т.е. его приращение $d\Pi$ при изменении du параметра технического состояния будет

$$K_\Gamma = \frac{d\Pi}{du}. \quad (4.4)$$

Однозначность диагностического параметра означает отсутствие экстремума ($d\Pi/du = 0$) в диапазоне от начального u_n до предельного u_n значений параметра технического состояния.

Стабильность диагностического параметра определяется вариацией его значений при многократном измерении на объектах, имеющих одну и ту же величину соответствующего структурного параметра. Ее оценивают с помощью среднеквадратичного отклонения:

$$\sigma_{\Pi(u)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [\Pi(u) - \bar{\Pi}(u)]^2}{n-1}} \quad (4.5)$$

Нестабильность диагностического параметра снижает его фактическую чувствительность. Поэтому для оценки тесноты связи диагностического параметра со структурным используют отношение:

$$K'_\Gamma = \frac{K_\Gamma}{\sigma_\Pi} \quad (4.6)$$

Информативность одним из важнейших свойств диагностического параметра. Она характеризует достоверность диагноза, получаемого в результате измерения значений параметра.

При общем диагностировании, когда выявляется неисправность объекта в целом, информативность определяют из совместного анализа плотностей распределения значений параметра $f_1(\Pi)$ и $f_2(\Pi)$, соответствующих заведомо исправным и неисправным объектам (рисунок 4.7).

Таким образом, чем меньше степень перекрытия распределений, тем меньше ошибок будет при использовании данного параметра для постановки диагноза (т.е. он будет информативнее).

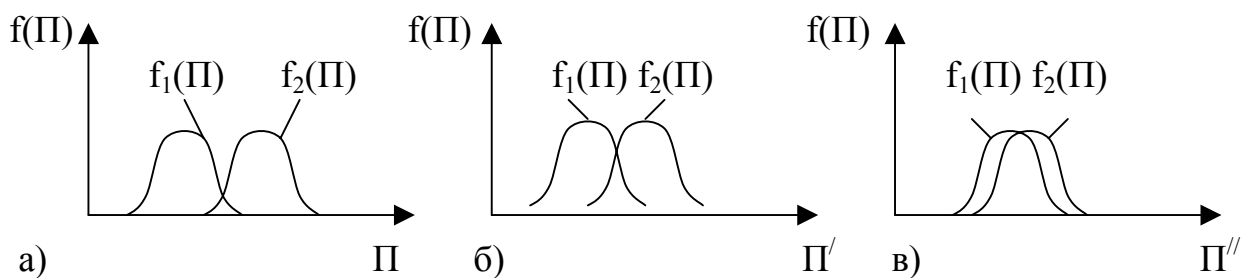


Рисунок 4.7 – Схема сравнительной информативности диагностических параметров

где а) – информативного (Π); б) – малоинформативного (Π'); в) – неинформативного (Π''); f_1 и f_2 – функции распределения параметров, соответственно, исправных и неисправных объектов.

Для количественного определения информативности можно использовать следующую формулу в соответствии с приведенным примером (рисунок 4.7):

$$I(\Pi) \approx \frac{|\bar{\Pi}_1 - \bar{\Pi}_2|}{\sigma_1 + \sigma_2}. \quad (4.7)$$

В данном случае, чем выше информативность диагностического параметра, тем на большую величину снижается неопределенность состояния объекта диагностирования при использовании данного диагностического параметра.

Для того чтобы определить техническое состояние автомобиля, необходимо текущие значения диагностических параметров, измеренных при помощи внешних или встроенных средств диагностирования, сопоставить с нормативными значениями.

Диагностические нормативы служат для количественной оценки технического состояния автомобиля. Они устанавливаются руководящими нормативно-техническими материалами. К диагностическим нормативам относятся: начальное Π_n , предельное Π_p и допустимое Π_d значения норматива.

Начальной норматив Π_n соответствует величине диагностического параметра новых, технически исправных объектов. В эксплуатации Π_n используют как величину, до которой необходимо довести измеренное значение параметра путем восстановительных и регулировочных операций. Начальный диагностический норматив задается технической документацией.

Для некоторых механизмов автомобиля, приборов систем зажигания и питания Π_n подбирают индивидуально по максимуму экономичности в процессе диагностирования. Это позволяет наиболее полно использовать индивидуальные возможности автомобиля, различные из-за неоднородности производства. Так, например, оптимальный угол начальной установки момента зажигания для одной и той же модели автомобиля может отличаться от среднего на 3 – 8 °. Практически это означает, что, используя в качестве

норматива индивидуальное значение P_n , можно значительно повысить мощность и топливную экономичность автомобиля.

Предельный норматив P_n соответствует такому состоянию объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация становится невозможной или нецелесообразной по технико-экономическим соображениям. Предельный норматив диагностического параметра задают требованиями нормативно-технической документацией или же определяют, пользуясь установленными методиками.

В эксплуатации предельный норматив используют для прогнозирования ресурса конкретных объектов и в случае встроенного, непрерывного диагностирования.

Допустимый норматив P_d является основным диагностическим нормативом при периодическом диагностировании, проводимом в рамках планово-предупредительной системы ТО автомобилей. Он представляет собой жесточенную величину предельного норматива, при которой обеспечивается заданный, или экономически оптимальный, уровень вероятности отказа на предстоящем межконтрольном пробеге. На основе допустимого норматива ставят диагноз состояния объекта и принимают решение о необходимости профилактических ремонтов или регулировок.

В эксплуатации допустимый норматив принимается условно как граница неисправных состояний объекта для заданной периодичности его межконтрольного пробега. Состоит P_d из начального значения P_n и допустимого отклонения D . Если текущее значение диагностического параметра выходит из допустимого норматива, это означает, что, хотя объект и является работоспособным, его не следует выпускать в очередной пробег без регулировки или ремонта из-за высокой вероятности отказа или пониженных технико-эксплуатационных свойств.

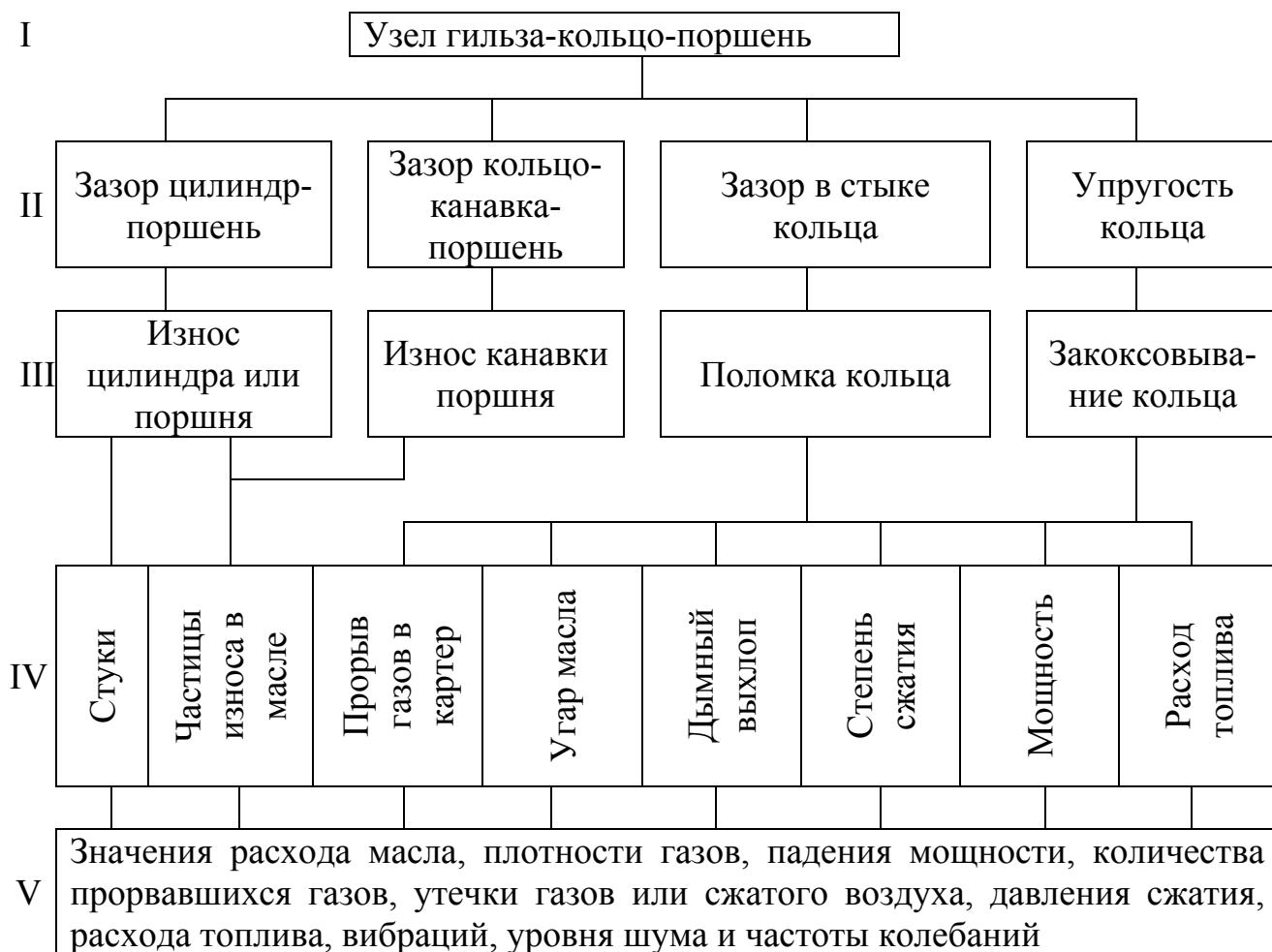
Постановка диагноза. Цель постановки диагноза – выявить неисправности объекта, определить потребность в ремонте или ТО, оценить качество выполненных работ или подтвердить пригодность диагностируемого механизма к эксплуатации до очередного обслуживания. При постановке диагноза, как правило, используются субъективные аналитические возможности человека-оператора. В зависимости от задачи диагностирования и сложности объекта различают общий и локальный диагноз.

Общий диагноз однозначно решает вопрос о соответствии или несоответствии объекта общим требованиям, а при локальном диагнозе выявляют конкретные неисправности и их причины. При общем диагнозе используют один диагностический параметр, а при локальном – несколько. Общий диагноз сводится к измерению текущего значения параметра P и сравнению его с нормативом. При периодическом диагностировании таким нормативом является допустимое значение диагностического параметра P_d , а при непрерывном (встроенном) – предельное P_n . Возможны три варианта общего диагноза: $P > P_n$; $P_d < P < P_n$; $P < P_d$.

В первом и втором варианте объект неисправен (необходим ремонт или предупредительное ТО), а для выявления причины неисправности требуется

локальное диагностирование. При диагностировании простых механизмов локальное диагностирование может не потребоваться. В третьем варианте объект исправен.

Локальный диагноз по нескольким диагностическим параметрам существенно осложняется. Дело в том, что каждый диагностический параметр может быть связан с несколькими структурными и наоборот. Это значит, что при n используемых диагностических параметрах число технических состояний диагностируемого механизма может составить 2^n .



где I – объект; II – структурные параметры; III – неисправности; IV – диагностические параметры; V – значения диагностических параметров.

Рисунок 4.8 – Структурно-следственная схема объекта диагностирования

Теоретически постановка диагноза сводится к тому, чтобы при помощи диагностических параметров, связанных с определенными неисправностями объекта, выявить из множества возможных его состояний наиболее вероятное. Поэтому задачей диагноза при использовании нескольких диагностических параметров ($\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$) является раскрытие множественных связей между ними и структурными параметрами объекта (X_1, X_2, \dots, X_m). Для решения этой

задачи указанные связи можно представить в виде структурно-следственных моделей (рисунок 4.8), и диагностических матриц. Модель позволяет на основе данных о надежности объекта выявить связи между его наиболее вероятными неисправностями и диагностическими параметрами. С учетом этих связей определяют техническое состояние путем перехода от диагностических параметров к вероятным неисправностям объекта, т.е. ставят диагноз. Подобные задачи решают при помощи диагностических матриц.

Диагностическая матрица (таблица 4.3) представляет собой построчный набор связей между диагностическими параметрами Π и неисправностями X объекта (т. е. параметрами технического состояния, достигшими предельных значений). Числовые коэффициенты этих связей в простейших матрицах имеют значения 0 и 1, а в вероятностных – и дробные, промежуточные значения.

Горизонтальные ряды матрицы соответствуют применяемым диагностическим параметрам, а вертикальные – неисправностям объекта. Единица в месте пересечения горизонтального и вертикального рядов означает возможность существования неисправности, а ноль – отсутствие такой возможности.

Подобная матрица позволяет локализовать неисправности диагностируемого механизма по наличию соответствующего комплекса диагностических параметров, достигших нормативной величины.

Таблица 4.3 – Схема диагностической матрицы

Диагностические параметры	Неисправности				
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
Π_1	0	1	1	0	1
Π_2	1	0	1	1	0
Π_3	0	1	1	1	0
Π_4	1	0	1	0	1

Физическая сущность решений задачи – исключение неисправностей, несовместимых с существованием данной комбинации измеренных диагностических параметров. Процесс выявления неисправностей можно рассматривать как снижение энтропии (степени неопределенности технического состояния диагностируемого механизма) путем последовательного введения в диагностическую матрицу доз информации, содержащейся в используемых диагностических параметрах.

Логическая матрица указанного вида может быть основой автоматизированного диагностического комплекса.

Методы диагностирования автомобилей характеризуются физической сущностью диагностических параметров. Они делятся на две группы (рисунок 4.9): измерения параметров эксплуатационных свойств автомобиля (динамичности, топливной экономичности, безопасности движения, влияния на окружающую среду) и измерения параметров процессов, сопровождающих функционирование автомобиля, его агрегатов и механизмов (нагревы, вибрации, шумы и др.). Кроме того, существует группа методов

диагностирования, обеспечивающих измерение геометрических величин, непосредственно характеризующих техническое состояние механизмов автомобилей.

Если первая группа методов позволяет оценить работоспособность и эксплуатационные свойства автомобиля в целом, то вторая и третья дают возможность выявить конкретные причины неисправностей. Поэтому при диагностировании, исходя из принципа «от целого к частному», сначала применяют первую группу методов, осуществляя общее диагностирование, а затем для конкретизации технического состояния автомобиля применяют методы второй и третьей группы, осуществляя его локальное диагностирование.

Средства диагностирования представляют собой технические устройства, предназначенные для измерения диагностических параметров тем или иным методом. Они включают: устройства, задающие тестовый режим; датчики, воспринимающие диагностические параметры в виде, удобном для обработки или непосредственного использования (как правило, в виде электрического сигнала); устройства для обработки сигнала (усиления, анализа, фильтрации), для постановки диагноза, индикации результатов, их хранения или передачи в органы управления.

Средства диагностирования бывают внешними, т. е. не входящими в конструкцию автомобиля, и встроенными, являющимися элементом его конструкции (рисунок 4.10).

Внешние средства диагностирования и зависимости от их технологического назначения могут быть выполнены в виде переносных приборов и передвижных станций, укомплектованных необходимыми измерительными устройствами, и стационарных стендов. На ДТП применяют стенды и переносные приборы, а в отрыве от постоянных баз – подвижные станции диагностирования и бесстендовые диагностические средства. Внешние средства диагностирования обеспечивают получение и обработку информации о техническом состоянии автомобилей, необходимой для их обслуживания и ремонта.

Встроенные средства диагностирования включают в себя входящие в конструкцию автомобиля датчики и приборы (электронно-вычислительные приборы, блоки питания, индикацию) для обработки диагностических сигналов, (усиления, сравнения с нормативами) и непрерывного или достаточно частого измерения параметров технического состояния автомобиля. Простейшие средства встроенного диагностирования реализуются в виде традиционных приборов щитка водителя. Более сложные средства встроенного диагностирования позволяют водителю постоянно контролировать состояние тормозной системы, расход топлива, токсичность отработавших газов, а также выбирать наиболее экономичные и безопасные режимы работы автомобиля или своевременно прекращать движение при аварийной ситуации. Кроме того, наличие таких средств дает возможность водителю своевременно устранять мелкие неисправности приборов системы питания и зажигания непосредственно на линии.



Рисунок 4.9 – Группы методов диагностирования автомобилей

Существуют диагностические средства смешанного типа. Они представляют собой комбинацию встроенных и внешних средств. В этих комплексах используют встроенные датчики с выводами диагностического сигнала к централизованному штепсельному разъему и внешние средства для снятия электрических сигналов, их измерения, обработки и индикации полученной информации. Недостатком сложных средств встроенного диагностирования является необходимость оборудования каждого автомобиля в отдельности дорогостоящей аппаратурой. Применение таких встроенных средств диагностирования, в первую очередь, целесообразно на специальных автомобилях сложной конструкции, требующих обеспечения повышенной

безотказности. Возможно использование встроенных средств диагностирования в качестве «подсказывающих» устройств, временно устанавливаемых на автомобиль для обучения экономичному и безопасному вождению.

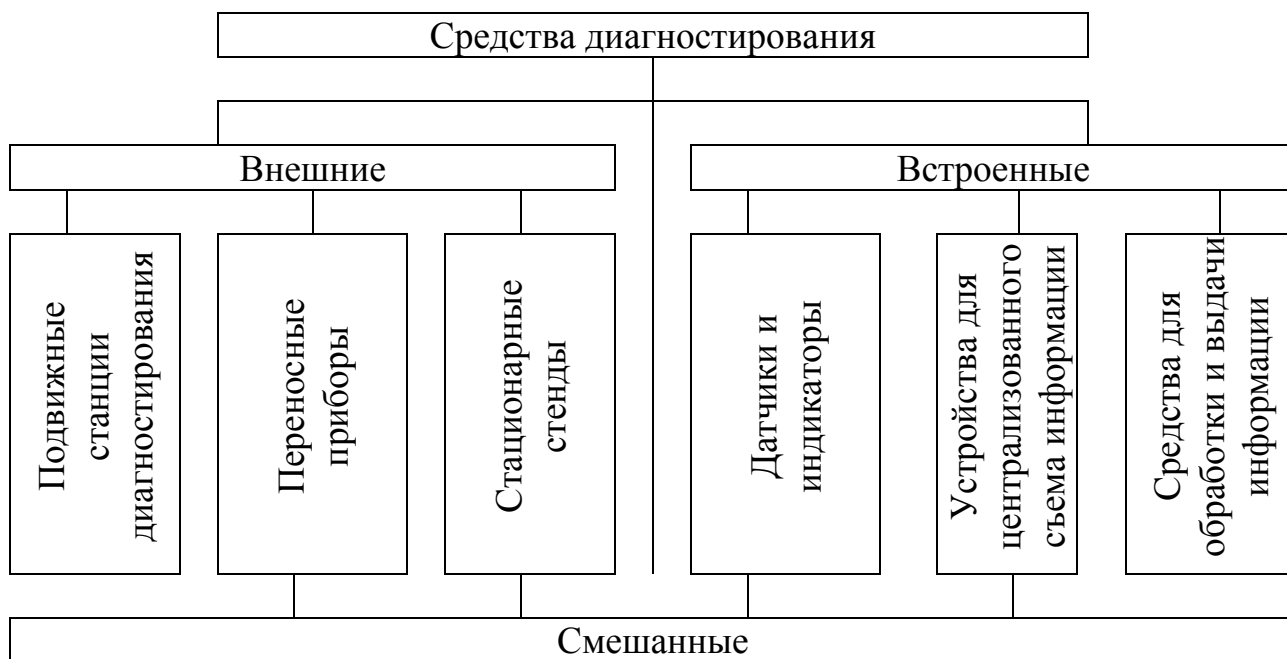


Рисунок 4.10 – Классификация средств диагностирования автомобилей

В настоящее время для диагностирования электронной системы впрыска топлива на автомобилях имеются специальные места подсоединения к стационарной системе диагностирования, оснащенной программой «мотор-тестер». При помощи такой системы осуществляется диагностирование не только самой электронной системы впрыска топлива, но и существует возможность определять мощностные, топливные и экологические показатели двигателя. Данная система находится в постоянной модернизации. Работа по усовершенствованию этих и других диагностических систем производят не только представители завода-производителя автомобилей, но и сами предприятия, осуществляющие этот вид услуг, с оформлением соответствующей документации, позволяющей производить данный вид работ.

Процессы диагностирования включают: тестовое воздействие на объект, измерение диагностических параметров, обработку полученной информации и постановку диагноза. Тестовое воздействие осуществляют путем естественного функционирования объекта на заданных силовых, скоростных и тепловых режимах, или при помощи, стендов, мобильных устройств. Параметры технического состояния измеряют съемными и, встроенными измерителями-преобразователями, в простейших случаях визуально. Обработка информации заключается в преобразовании, усилении, анализе и фильтрации диагностических параметров, как по виду, так и по величине (например, посредством пороговых устройств). Постановка диагноза в простейшем случае состоит из сравнения полученного сигнала (выражающего величину диагностического параметра) с нормативным. В сложных случаях применяют

логические устройства (диагностические матрицы или приборы распознавания образов). Существуют два вида диагностирования: на основе метода анализа широкоинформационного диагностического сигнала (например, акустического) и на основе синтеза локальных сигналов, несущих узкую информацию. Возможно соединение обоих видов. Диагностирование по методу синтеза реализуется при помощи локальных, относительно простых датчиков. Его недостатком является необходимость применения логического устройства, а также сложность и большая трудоемкость установки и съема датчиков. Диагностирование по методу анализа свободно от этих недостатков. Однако для его реализации требуются специальные анализирующие устройства, обеспечивающие разделение диагностических сигналов.

Дальнейшая технологическая детализация процессов диагностирования в увязке с техническим обслуживанием осуществляется при помощи алгоритмов и диагностических карт.

Алгоритм диагностирования представляет собой структурное изображение рациональной последовательности диагностических, регулировочных и ремонтных операций. Он определяет: вывод объекта диагностирования на тестовый режим, постановку первичного диагноза, переход к следующему элементу, регулировочные и ремонтные операции, повторные и заключительные проверки.

Подобный алгоритм (рисунок 4.11) может состоять из алгоритма общего диагностирования и «боковых» алгоритмов поэлементного диагностирования, сопровождающих ТО. Алгоритм строят с учетом особенностей объекта и средств диагностирования и оптимизируют (сравнивая с другими вариантами) по экономическому критерию. Алгоритмы являются основой оптимизации процесса диагностирования.

Технологическая карта дает окончательную детализацию процедуры диагностирования в виде, пригодном для производства. Она включает: порядковые номера операций и переходов, трудоемкость операций, применяемое оборудование и материалы, исполнителей, коэффициенты повторяемости.

Организация диагностирования автомобилей. Диагностирование автомобилей является элементом системы их ТО и ремонта. На АТП оно обеспечивает процессы ТО и ремонта целенаправленной, индивидуальной информации о техническом состоянии каждого отдельно взятого автомобиля. В соответствии с этим организация диагностирования на АТП (рисунок 4.12) идентична организации процессов ТО и ремонта. Дорожный контроль за техническим состоянием автомобиля осуществляют при помощи встроенного диагностирования; ежедневное обслуживание обеспечивается контрольным осмотром; ТО-1 сопровождается комплексом Д-1 диагностирования, в основном механизмов, обеспечивающих безопасность движения автомобиля; перед ТО-2 и ТР проводят углубленное диагностирование Д-2 агрегатов и механизмов, а в процессе устранения выявленных неисправностей при ТО и ТР используют комплекс диагностирования Д_р.

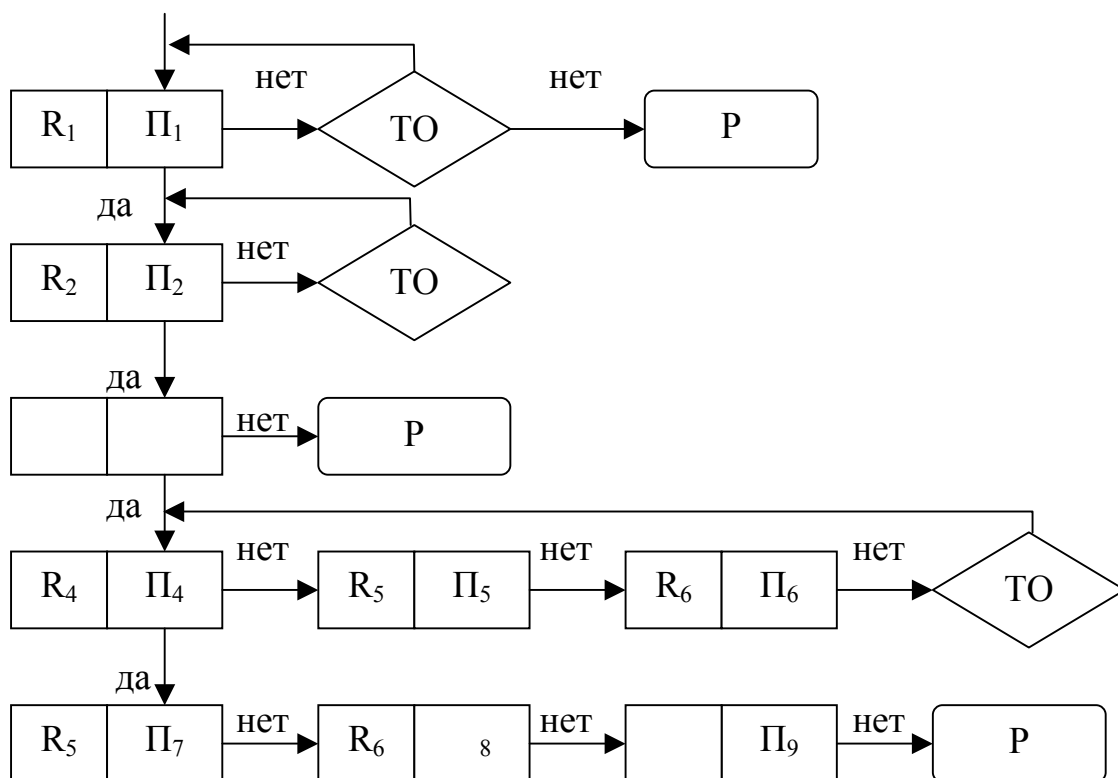


Рисунок 4.11 – Схема алгоритма диагностирования агрегата автомобиля где R и П – диагностирование по параметру П₁, П₂, ..., П₇ на режиме R₁, R₂, ..., R₇; ТО – техническое обслуживание; Р- ремонт.

При этом для обеспечения промежуточного и заключительного контроля качества регулировочных и ремонтных работ, без дополнительных перемещений автомобиля диагностирование совмещают с операциями ТО и ремонта.

На рисунке 4.12 представлена одна из форм организации диагностирования автомобилей на АТП средней мощности, которая в зависимости от мощности АТП несколько видоизменяется. Соответственно изменяются и наборы необходимых средств диагностирования. Для внедорожных автомобилей, работающих в отрыве от постоянных баз, диагностирование проводят на местах стоянки автомобилей, или же в полевых парках, применяя главным образом, встроенные, бесстендовые, переносные и подвижные средства. На небольших автотранспортных предприятиях Д - 1 и Д - 2 объединяют на одном участке. Здесь используют комбинированные стационарные средства (стенды). На АТП средней мощности участки диагностирования Д-1 и Д-2 специализируют, а для Д_р используют Д-2.

На крупных АТП дополнительно специализируют и Д_р, а на базах централизованного обслуживания все средства диагностирования централизуют и оптимально автоматизируют.

Диагностика и управление техническим состоянием автомобилей. Диагностирование на АТП представляет собой человеко-машинную систему получения и обработки индивидуальной информации, необходимой для управления техническим состоянием автомобиля и технологическими

процессами ТО и ремонта. Источниками информации являются: водитель, механики АТП, встроенные и внешние средства диагностирования Д-1, Д-2, Д_р (диагностический комплекс).

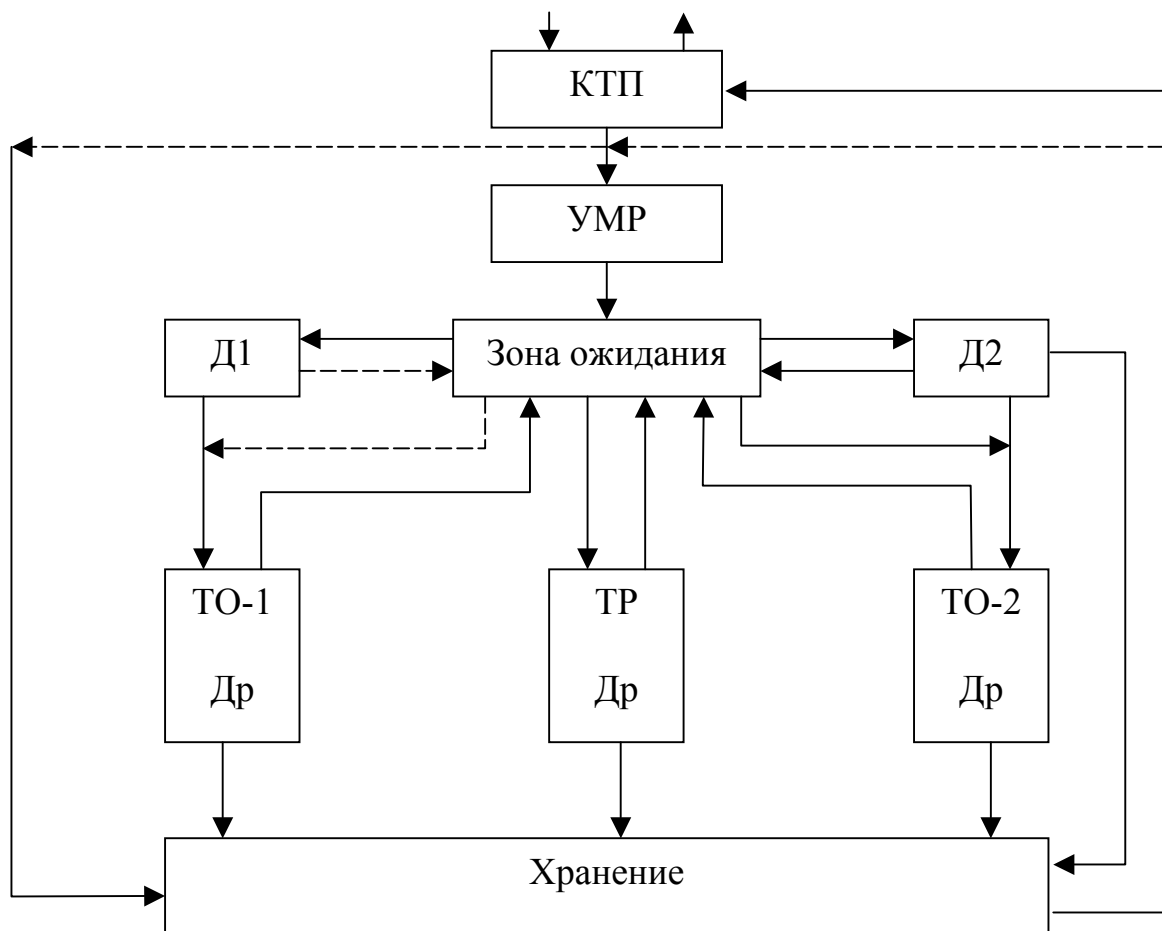


Рисунок 4.12 – Место диагностирования в технологическом процессе ТО и ТР автомобилей на АТП

При потребности автомобиля в ТО, первичная информация о его техническом состоянии, полученная при помощи диагностического комплекса, непосредственно обеспечивает слесарей бригады ТО (рисунок 4.13). Параллельно эта же информация поступает в центр управления производством АТП в целях принятия решений о ТО и ремонте, подготовки производства, а также для обеспечения контроля и учета выполненной работы.

При потребности автомобиля в ремонте информация направляется в ремонтную бригаду и в центр управления. Простейшие ремонтные работы оперативно выполняются бригадой ТР и по ее информации учитываются и контролируются ЦУПом. В сложных случаях диагностическая информация используется для подготовки производства (получения ремонтных агрегатов и запчастей, планирования постов и рабочей силы и т.п.) предстоящего ремонта. Исправный автомобиль направляется на хранение.

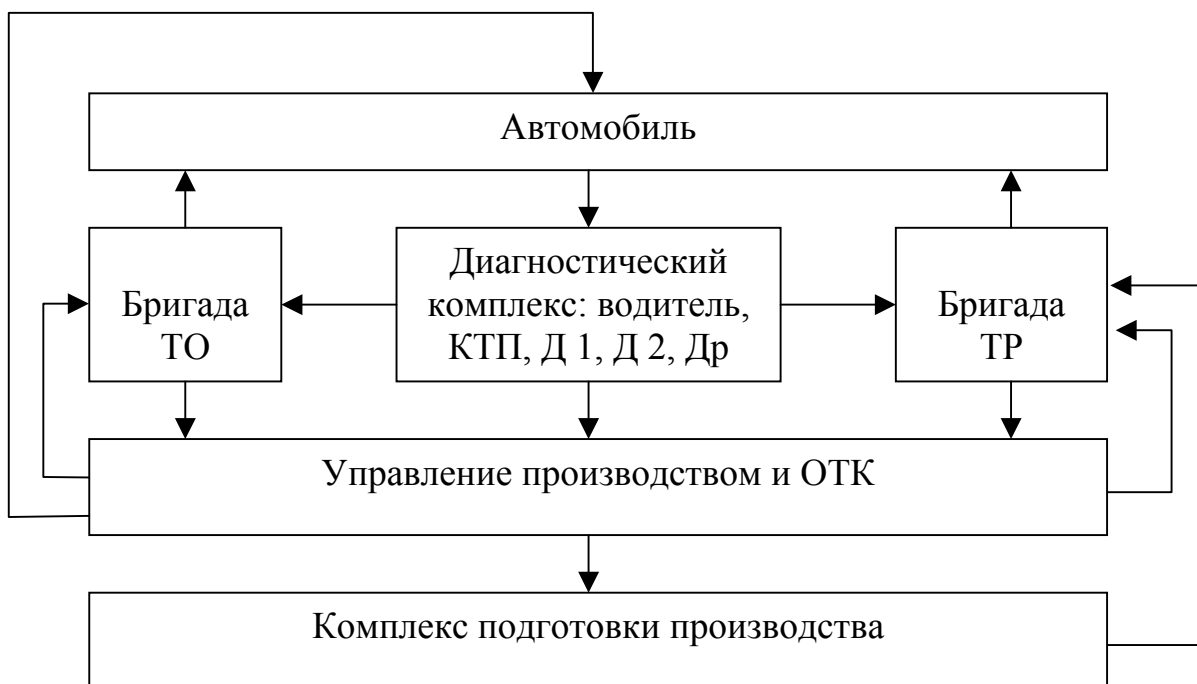


Рисунок 4.13 – Схема использования диагностирования для оперативного управления ТО и ТР на АТП

Таким образом, диагностирование обеспечивает два уровня управления: техническим состоянием в звене «слесарь-автомобиль» и технологическими процессами в звене «центр управления – комплекс подготовки производства – рабочий – автомобиль». На первом уровне диагностирование непосредственно связано с технологией проведения ТО, а на втором оно в большей степени связано с организацией технологических процессов, главным образом, текущего ремонта автомобилей.

Дальнейшее развитие диагностирования связано с созданием автоматизированных диагностических средств, являющихся элементом автоматизированных систем управления производством, а также развитием встроенного диагностирования (примером являются системы электронного управления впрыском топлива широко используемые на легковых автомобилях как зарубежного, так и отечественного производства). При этом диагностирование будет широко применяться для оперативного управления процессами ТО и ремонта.

В масштабах страны диагностирование организуется не только на АТП общего пользования, но и на автозаводах, авторемонтных предприятиях, станциях технического обслуживания автомобилей индивидуального пользования, станциях и постах Госавтоинспекции и других предприятиях различных форм собственности.

Внедрение современных методов, средств и организации диагностирования в систему ТО и ремонта автомобилей повышает ее эффективность за счет более полной реализации эксплуатационных свойств каждого отдельно взятого автомобиля, а также за счет повышения уровня организации производства.

Существующие методы и средства позволяют как совмещать диагностику с ТО, так и выделять зоны диагностики отдельно. Достоинством совмещения ТО и диагностики является возможность выявления и устранения неисправностей на одном рабочем посту.

Виды диагностики:

Экспресс-диагностика (Д-1) – общая проверка узлов и механизмов автомобиля, обеспечивающих безопасность движения (10-15 мин, до 20 параметров). Д-1 рекомендуется выполнять перед постановкой автомобиля на пост ТО-1. Работы по Д-1 организуются как на тупиковых постах, так и на поточной линии. Посты оборудуются канавой узкого типа в тупиковом или проездном исполнении, стендом для проверки тормозной системы, углов установки управляемых колес, прибор для контроля света фар, газоанализатор. Оптимальный размер зоны диагностики – 1-3 поста, 1-2 человека.

Углубленная поэлементная диагностика (Д-2) – определение технического состояния агрегатов, узлов, систем автомобиля, уточнение объемов ТО-2. Д-2 проводится перед ТО-2. Контрольно-диагностическое оборудование используется также при проведении ТР, при оценке качества выполненных работ.

4.7 Тактики обеспечения и поддержания работоспособности автомобилей

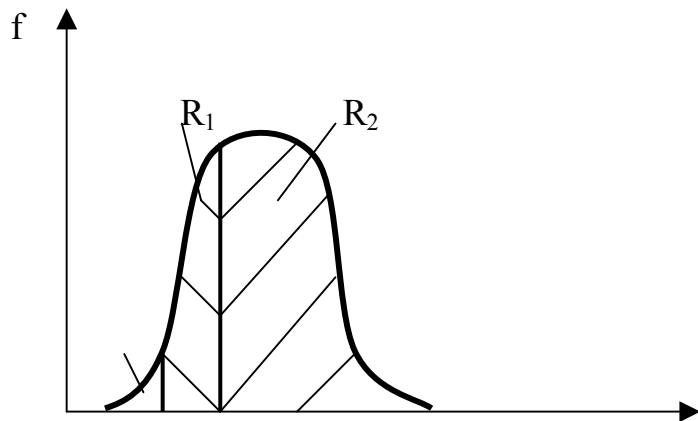
При обслуживании автомобилей, как и многих других изделий, применяются две тактики проведения профилактических работ, т.е. доведения автомобиля, агрегата, системы до нормативного технического состояния: по наработке (1-1) и по техническому состоянию (1-2).

Техническое обслуживание по наработке. При обслуживании по наработке всем изделиям при достижении назначенной наработки $L_{ТО}$ (периодичность ТО) выполняется установленный (регламентный) объем профилактических работ (смена масла, регулирование тормозных механизмов и др.), а параметры технического состояния или качества материалов доводятся до номинального или близкого к нему значения. Данная тактика проста в применении и гарантирует работоспособность изделия с вероятностью $R = 1 - F$. Ее недостаток состоит в том, что в условиях неизбежной вариации показателей технического состояния значительная часть изделий имеет потенциальную наработку до отказа (запас ресурса), существенно превосходящую (меньшую) установленную периодичность ТО $x > L_{ТО}$, и для этих изделий (или случаев) техническое обслуживание с периодичностью $L_{ТО}$ является как бы преждевременным (или запоздалым) и вызывает дополнительные затраты (рисунок 4.14).

В общем виде операция ТО состоит из двух частей – контрольной и исполнительской. Для определения трудоемкости (или стоимости) операции ТО используется следующая формула:

$$t_n = t_k + k_n \cdot t_u, \quad (4.8)$$

где t_k и t_u – трудоемкость соответственно контрольной и исполнительской частей профилактической операции; κ_n – коэффициент повторяемости ($0 \leq \kappa_n \leq 1$). Таким образом, при этом методе контрольная и исполнительская части совмещаются.



Техническое обслуживание по состоянию. В этом случае с учетом технического состояния изделий в соответствии с установленными (экономическим, экологическим или др.) требованиями необходимо обслуживать реже (или чаще), например через одно ТО ($2L_{\text{ТО}}$). Для этого при каждом ТО необходимо проконтролировать техническое состояние всех изделий и разделить их на две группы (рисунок 4.14). Первая группа имеет потенциальную наработку на отказ, приходящуюся на очередной межосмотровый промежуток (от $L_{\text{ТО}}$ до $2L_{\text{ТО}}$): $2L_{\text{ТО}} > x \geq L_{\text{ТО}}$. Эти изделия (с вероятностью R_1 требуют не только контроля (контрольная часть профилактической операции), но и выполнения работ (крепежных, регулировочных, смазочных, электротехнических и др.), обеспечивающих восстановление номинального или близкого к нему значения параметров технического состояния - исполнительская часть профилактической операции. Если такая работа не будет выполнена, то эта группа изделий с вероятностью R_1 откажет в интервале наработки $L_{\text{ТО}} \sim 2L_{\text{ТО}}$.

Вторая группа изделий с вероятностью R_2 имеет потенциальную наработку на отказ $x > 2L_{\text{ТО}}$, т.е. они могут безотказно проработать до очередного ТО. Поэтому для них достаточно ограничиться контролем (диагностикой) технического состояния, а исполнительскую часть отложить до следующего обслуживания ($2L_{\text{ТО}}$).

Преимущество этой диагностической тактики технического обслуживания по состоянию - более полное использование потенциального ресурса конкретных изделий с учетом вариации изменения их фактического технического состояния. С учетом формулы при этом методе с установленной периодичностью выполняется контрольная часть операции, а исполнительская

часть проводится в зависимости от результатов контроля с определенной вероятностью (коэффициентом повторяемости), учитываемой при нормировании трудовых и материальных затрат.

Недостатки, а вернее, условия реализации, этой тактики связаны с необходимостью тщательного и дорогостоящего контроля технического состояния всех изделий при каждом ТО с целью разделения изделий на изделия, требующие немедленного доведения до нормативного состояния, и те, которые без отказа могут проработать до очередного ТО.

Таким образом, зная закономерности изменения технического состояния первого, второго и третьего видов, можно:

- во-первых, количественно оценить вероятности нахождения автомобиля в работоспособном состоянии, позволяющем выполнять перевозки;
- во-вторых, выбирать и эффективно использовать стратегии поддержания (I) или восстановления (II) работоспособности;
- в-третьих, обосновать и применить тактику обеспечения работоспособности по наработке и техническому состоянию и их комбинации;
- в-четвертых, использовать данные по работоспособности при разработке нормативов, методов организации и технологии технического обслуживания и ремонта.

4.8 Определение периодичности технического обслуживания автомобилей

Периодичность ТО ($L_{\text{ТО}}$) – это нормативная наработка (в километрах пробега или часах работы) между двумя последовательно проводимыми однородными работами или видами ТО.

Как отмечалось ранее, при техническом обслуживании применяются две тактики доведения изделия до требуемого технического состояния: по наработке и по состоянию. Поэтому при первой тактике определяется периодичность контроля, которая переходит в исполнительскую часть операции, с коэффициентом повторяемости $\kappa_1 = 1$. При второй тактике определяется периодичность контроля, а исполнительская часть операции выполняется по потребности в зависимости от результатов контроля, т.е. $1 \geq \kappa_2 \geq 0$.

Методы определения периодичности ТО подразделяются на: простейшие (метод аналогии по прототипу); аналитические, основанные на результатах наблюдений и основных закономерностях ТЭА; имитационные, основанные на моделировании случайных процессов. Среди широкого спектра методов наиболее распространенными являются методы по допустимому уровню безотказности; по закономерности изменения параметра технического состояния и его допустимому значению; технико-экономический метод и экономико-вероятностный метод.

Определение периодичности по допустимому уровню безотказности. Этот метод основан на выборе такой рациональной периодичности, при

которой вероятность отказа F элемента не превышает заранее заданной величины (рисунок 4.15), называемой риском

Вероятность безотказной работы

$$P_D \{x_i \geq L_0\} \geq R_D = \gamma, m.e.L_0 = x_\gamma, \quad (4.9)$$

где x_i – наработка на отказ; R_D - допустимая вероятность безотказной работы; $\gamma = 1 - F$; L_0 – периодичность ТО; x_γ – гамма - процентный ресурс.

Для агрегатов и механизмов, обеспечивающих безопасность движения, $R_D = 0,9 \dots 0,98$; для прочих узлов и агрегатов $R_D = 0,85 \dots 0,90$.

Определенная таким образом периодичность значительно меньше средней наработки на отказ (рисунок 4.15) и связана с ней следующим образом: $L_0 = \beta_n \cdot \bar{x}$, где β_n - коэффициент рациональный периодичности, учитывающий величину и характер вариации наработки на отказ или ресурса, а также принятую допустимую вероятность безотказной работы (таблица 4.4).

На рисунке 4.16 приведены распределения наработки на отказы двух элементов (1 и 2), имеющих одинаковые средние наработки ($\bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}$) на разные вариации, причем $v_1 < v_2$. При назначении для этих элементов периодичностей ТО, соответствующих равным рискам ($F_1 = F_2$), $L_{01} > L_{02}$

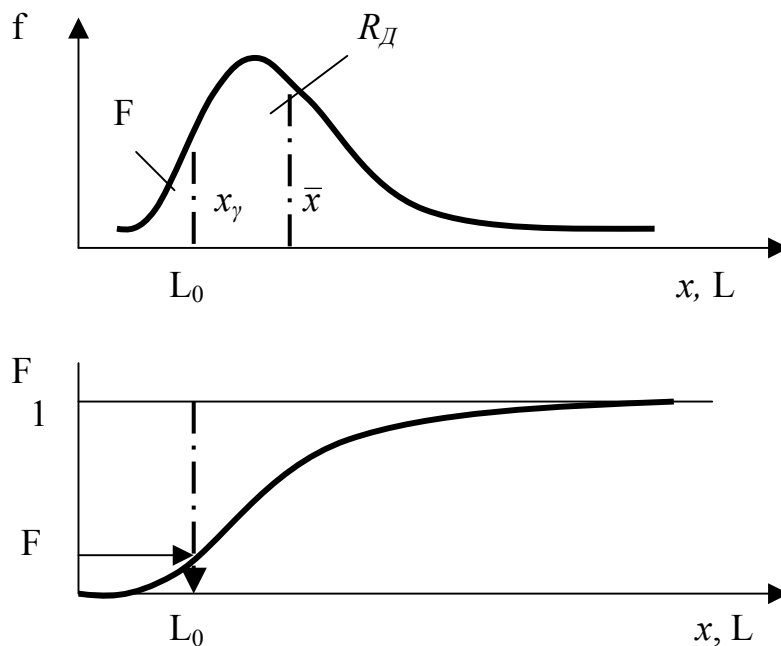


Рисунок 4.15 – Определение периодичности ТО по допустимому уровню безотказности

Таблица 4.4 – Коэффициент рациональной периодичности при различных значениях допустимой вероятности безотказной работы и коэффициента вариации ресурса

R_d	Коэффициент вариации ресурса			
	0,2	0,4	0,6	0,8
0,85	0,80	0,55	0,40	0,25
0,95	0,67	0,37	0,20	0,01

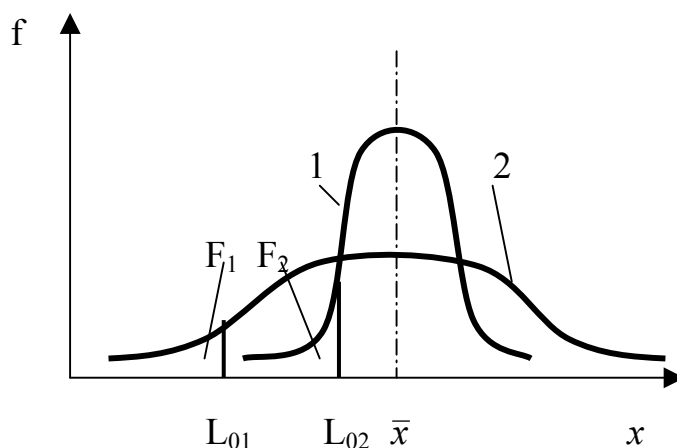


Рисунок 4.16 – Влияние вариации на оптимальную периодичность

Таким образом, чем меньше вариация случайной величины, тем большая периодичность ТО при прочих равных условиях может быть назначена.

Поэтому одной из главных задач технической эксплуатации является принятие технологических и организационных мер по сокращению вариации наработки на отказ профилактируемых элементов:

- повышение качества ТО и ремонта;
- обеспечение выполнения ТО в установленные периодичности, т.е. регулярность ТО;
- группировка автомобилей при конкретном обслуживании по возрасту и условиям эксплуатации, обеспечивающая относительную однородность технического состояния.

Преимущества метода: простота и учет риска.

Недостатки метода:

- неполное использование ресурса изделия, так как $L_0 < \bar{x}$, а R_d изделий имеет наработку на отказ $x_i > L_0$;
- отсутствие прямых экономических оценок последствий отказа (косвенный учет - при назначении риска F).

Сферы применения:

- при незначительных экономических и других последствиях отказа;
- для массовых объектов, когда влияние каждого из них на надежность изделия в целом невелико (несиловые крепежные детали);

- при практической невозможности или большой стоимости последовательной фиксации изменения параметров технического состояния (электропроводка, транзисторы, гидро- и пневмомагистрали);

- при необходимости минимизировать риски, затраты на которые обеспечиваются экономией по другим статьям (доставка опасных и скоропортящихся грузов, доставка точно в срок, специальные операции).

Определение периодичности ТО по закономерности изменения параметра технического состояния и его допустимому значению.

Для группы автомобилей (или элементов) изменение параметров технического состояния по наработке является случайным процессом и графически изображается пучком функций.

Для обеспечения доступности понимания этого метода рассмотрим алгоритм определения периодичности ТО по закономерности изменения параметра технического состояния и его допустимого значению;

- выделим условно из этого пучка три изделия с разной интенсивностью a изменения параметра технического состояния (рисунок 4.17): максимальной (7), средней (2) - выделяем или вычисляем, минимальной (3).

- определим средний ресурс (изделие № 2) \bar{x}_{p2} при $U_{пд}$;

- построим при фиксированной наработке всех изделий \bar{x}_{p2} график 5 плотности вероятности распределения параметра технического состояния $f(Y)$ для всей совокупности изделий;

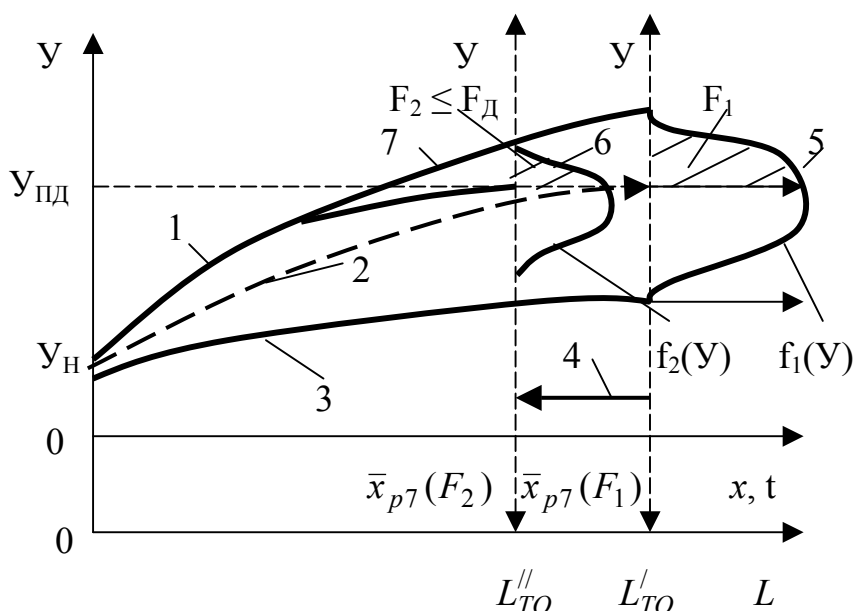


Рисунок 4.17 – Определение периодичности $L_{ТО}$ по допустимому значению и изменению параметра технического состояния

- если периодичность ТО $L_{ТО}$ будет равна \bar{x}_{p2} , то значительная часть изделий (F_1 на рисунке 4.17) откажет при наработке $x < L_{ТО}$, так как у них $Y_i > Y_{п.д.}$;
- назначим допустимое для данного изделия значение риска $F_д$;
- уменьшим периодичность ТО до величины $L''_{ТО}$ таким образом, чтобы вероятность отказа была равна или меньше допустимой $F_д$ (сдвиг по стрелке 4 на рисунке 4.17);
- получим новое распределение плотности вероятности отказа, $f_2(Y)$ - 6 на рисунке 4.17;
- при этом варианте рациональная периодичность ТО $L_{то} = \bar{x}_{p7}(F_2)$;
- при этой периодичности обеспечиваются заданные условия, а именно: вероятность, что параметр превысит предельно допустимый: $P(Y_i > Y_{п.д.}) \leq F_д$; вероятность, что отказ возникнет раньше постановки на ТО: $P(x_i > L_{ТО}) \leq F_д$;
- определим изделие 7 на рисунке 4.17, которое имеет предельно допустимое значение интенсивности изменения параметра технического состояния $a_{п.д.}$, соответствующее условию нулевого риска при $L''_{ТО} = \bar{x}_{p7}(F_2)$;
- по кривой 7 рисунке 4.17 или аналитически определим

$$L_{ТО} \cong \frac{Y_{п.д.} - Y_H}{a_{п.д.}}; \quad a_{п.д.} = \mu a, \quad (4.10)$$

где a – средняя интенсивность изменения параметра технического состояния (для 2 изделия на рисунке 4.17); μ – коэффициент максимально допустимой интенсивности изменения параметра технического состояния, превышение которого означает, что риск отказа до направления изделия на обслуживание будет больше заданного, т.е. $F_2 > F_{д1}$.

Коэффициент μ зависит от вариации наработки до отказа, заданного значения вероятности безотказной работы при межосмотровой наработке и вида закона распределения.

Для нормального закона распределения

$$\mu = 1 + t_D \nu, \quad (4.11)$$

где $t_D = (a_{п.д.} - a) / \sigma$ - нормированное отклонение, соответствующее доверительному уровню вероятности.

Для закона Вейбулла - Гнеденко

$$\mu = \frac{-m \sqrt{-\ln(1 - R_D)}}{\Gamma(1 + 1/m)}, \quad (4.12)$$

где Γ – гамма-функция, m – параметр распределения.

При этом, чем больше ν или R_d , тем больше μ и меньше периодичность ТО.

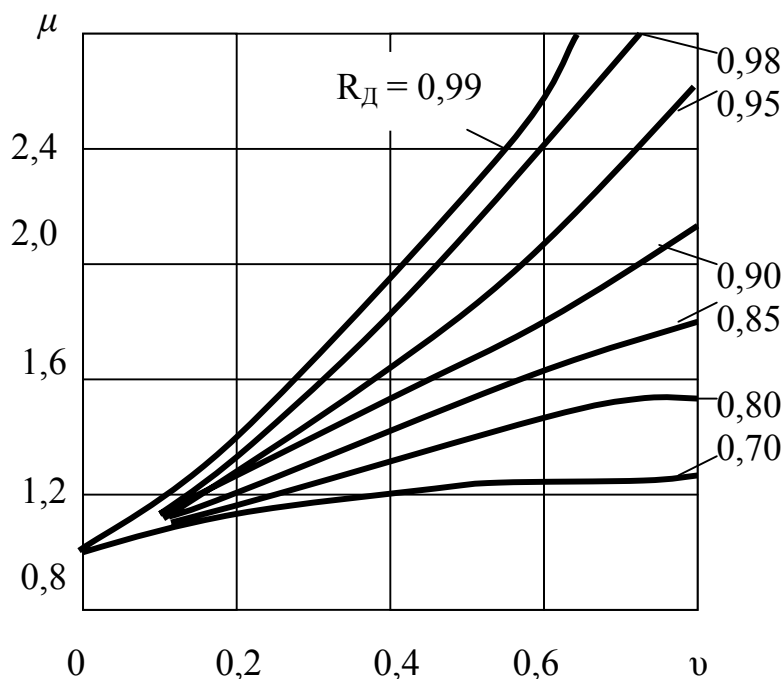


Рисунок 4.18 – Влияние коэффициента вариации ν на коэффициент максимально допустимой интенсивности μ

Таким образом, оценив значение μ и определяя в процессе эксплуатации интенсивность изменения параметра технического состояния конкретного изделия a_i , (конструктивный параметр), можно прогнозировать его безотказность в межосмотровом периоде:

при $a_i > a_{ПД} = \mu a$ изделие откажет до технического обслуживания с вероятностью F_2 : $P(a_i > a_{ПД}) = F_2 = F_{ПД}$;

при $a_i \leq a_{ПД}$ изделие не откажет до очередного ТО с вероятностью $R = 1 - F_2$: $P(a_i \leq a_{ПД}) = 1 - F_2 = R_{ПД}$.

Следовательно:

- сокращение вариации увеличивает при прочих равных условиях периодичность ТО;

- ориентация при определении $L_{ТО}$ на средние данные (a , кривая 2 на рисунке 4.17)

- не может обеспечить высокую безотказность между ТО ($F_1 \approx 0,5$).

Преимущества метода:

- учет фактического технического состояния изделия (диагностика);
- возможность гарантировать заданный уровень безотказности F ;
- учет вариации технического состояния.

Недостатки метода:

- отсутствие прямого учета экономических факторов и последствий;

- необходимость получать (или иметь) информацию о закономерностях изменения параметров технического состояния.

Сферы применения:

- объекты с явно фиксируемым и монотонным изменением параметра технического состояния (постепенные отказы) - регулируемые механизмы (тормоза, сцепление, установка передних колес, клапанный механизм);

- при реализации стратегии профилактики по состоянию.

Пример. Определить рациональную периодичность $L_{ТО}$ контроля и регулирования тормозного механизма грузового автомобиля с пневматическим приводом при работе в городских условиях, обеспечивающую с вероятностью 90% сохранение работоспособности между ТО.

Исходные данные:

$$R_d = 0,9 \text{ (90\%);}$$

$$Y_H = 0,38 \text{ мм;}$$

$$Y_{ПД} = 1 \text{ мм;}$$

$$\bar{a} = 0,056 \text{ мм/1000 км;}$$

$$\nu = 0,3;$$

$$t_d = 1,28 \text{ при } R = 0,9 \text{ (приложение).}$$

Решение:

$$\mu = 1 + \nu t_d = 1 + 0,3 \cdot 1,28 = 1,38$$

$$L_{ТО} = \frac{Y_{ПД} - Y_H}{\mu \bar{a}} = \frac{1 - 0,38}{1,38 \cdot 0,056} \approx 8 \text{ тыс. км}$$

При коэффициенте вариации $\nu = 0,15$

$$\mu' = 1 + 0,15 \cdot 1,28 = 1,19;$$

$$L'_{ТО} = 8,7 \text{ тыс. км.}$$

Средний ресурс (при $R_d = 0,5$ и $t_d = 0$) $\bar{x}_p = 11$ тыс. км.

Технико-экономический метод определения периодичности ТО.

Этот метод сводится к определению суммарных удельных затрат на ТО и ремонт и их минимизации. Минимальным затратам соответствует оптимальная периодичность технического обслуживания L_0 . При этом удельные затраты на ТО определяются по формуле:

$$C_1 = d/L, \quad (4.13)$$

где L - периодичность ТО; d - стоимость выполнения операции ТО.

Таблица 4.5 – Влияние периодичности на стоимость смазочных работ

Периодичность смазочных работ, км	Средняя удельная стоимость одной смазочной операции, %	
	ЗИЛ-431410	МАЗ-5335
1000	100	100
1500	74	70
2000	60	57
2500	54	45
3000	43	36

а)

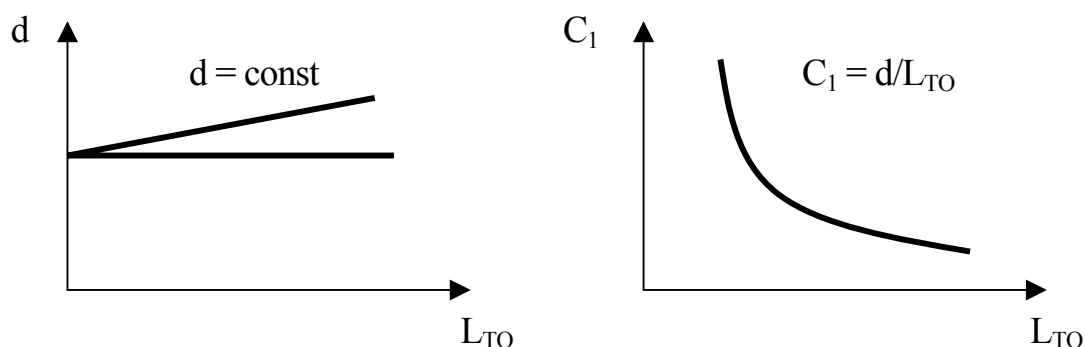


Рисунок 4.19, а - Изменение d и C_1 в зависимости от периодичности ТО

б)

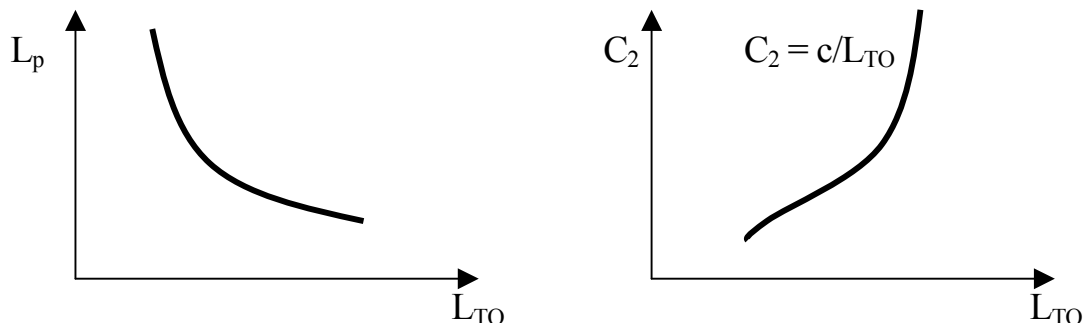


Рисунок 4.19, б - Изменение L_p и C_2 в зависимости от периодичности ТО

При увеличении периодичности разовые затраты на ТО (d) или остаются постоянными, или незначительно возрастают (рисунок 4.19, а), а удельные затраты значительно сокращаются (рисунок 4.19, б; таблица 4.5).

Увеличение периодичности ТО, как правило, приводит к сокращению ресурса детали или агрегата (рисунок 4.19, а) и росту удельных затрат на ремонт: $C_2 = c/L_p$ (рисунок 4.19, б), где c - разовые затраты на ремонт; L_p - ресурс до ремонта. Выражение $U = C_1 + C_2 = C_\Sigma$ является целевой функцией, экстремальное значение которой соответствует оптимальному решению. В данном случае оптимальное решение соответствует минимуму удельных затрат. Определение минимума целевой функции и оптимального значения

периодичности ТО проводится графически (рисунок 4.20) или аналитически в том случае, если известны зависимости $C_1 = f(L_{ТО})$ и $C_2 = \psi(L_{ТО})$.

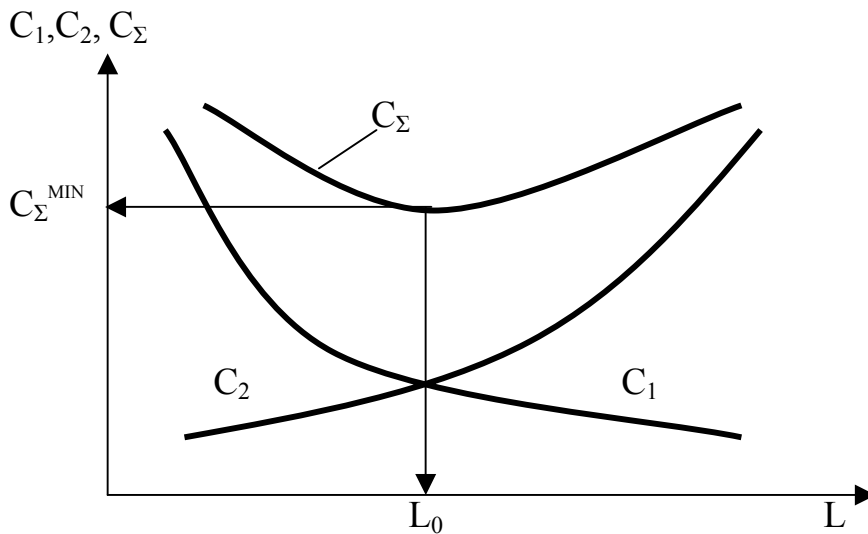


Рисунок 4.20 – Изменение удельных затрат в зависимости от периодичности ТО

Если при назначении уровня риска учитывать потери, связанные с дорожными происшествиями, то технико-экономический метод применим для определения оптимальной периодичности операций, влияющих на безопасность движения.

Преимущества метода:

- учет экономических последствий принимаемых решений (L_0);
- простота, ясность, универсальность.

Недостатки метода:

- необходимость в достоверной информации о стоимости операций ТО и ремонта, влияния периодичности ТО на ресурс элемента;
- отсутствие учета вариации (случайность) всех показателей (L, x, d, c);
- отсутствие гарантии определенного уровня безотказности.

Сферы применения:

- для сложных и дорогих систем (элементов, агрегатов), не оказывающих прямого влияния на безопасность (смена масел и смазок, фильтров, регулировочные работы - сцепление, клапанный механизм, антикоррозионная защита кузова и др.);
- для определения периодичности ТО по группе автомобилей, работающих в одинаковых условиях.

Экономико-вероятностный метод определения периодичности ТО.

Этот метод обобщает предыдущие и учитывает экономические и вероятностные факторы, а также позволяет сравнивать различные стратегии и тактики поддержания и восстановления работоспособности автомобиля.

Одна из стратегий поддержания автомобилей в исправном состоянии (C_2) сводится к устранению неисправностей изделия по мере их возникновения,

т.е. по потребности. Удельные затраты при этом могут определяться по формуле:

$$U_{II} = C_2 = \frac{c}{\bar{x}} = \frac{c}{\int_{x_{min}}^{x_{max}} xf(x)dx}, \quad (4.14)$$

где \bar{x} , x_{max} , x_{min} - средняя, максимальная и минимальная наработки на отказ; c - разовые затраты на ремонт, т.е. на устранение отказа.

Преимуществом этой стратегии является простота - ожидание отказа и его устранение. Основным недостатком - неопределенность состояния изделия, которое может отказать в любое время. Кроме того, затрудняются планирование и организация ТО и ремонта.

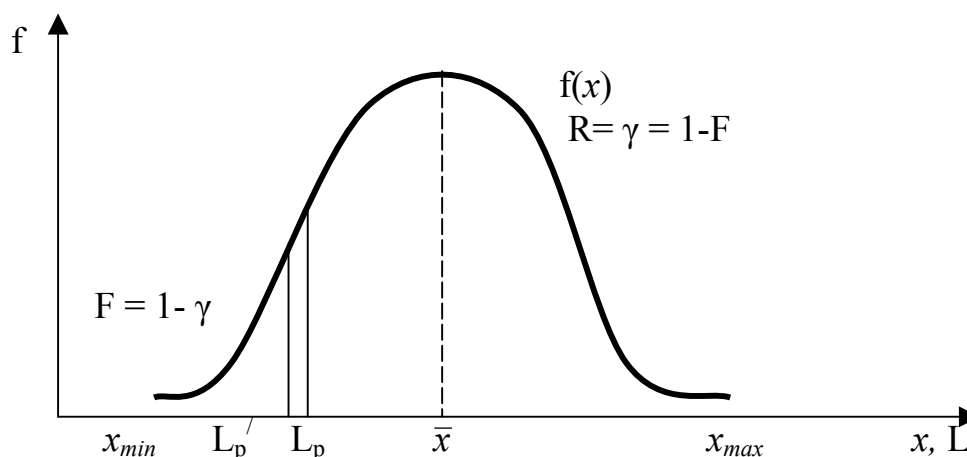


Рисунок 4.21 – Схема определения периодичности ТО экономико-вероятностным методом

Альтернативная стратегия (C_1) предусматривает предупреждение отказов и неисправностей, восстановление исходного или близкого к нему состояния изделия до того, как будет достигнуто предельное состояние. Эта стратегия реализуется при предупредительном ТО, предупредительных заменах деталей, узлов, механизмов и т.д. Причем возможны две тактики реализации этой стратегии: по наработке и по техническому состоянию.

Рассмотрим последовательно определение периодичности ТО экономико-вероятностным методом при тактике - профилактика по наработке.

Постановка задачи: требуется определить с учетом вариации наработки на отказ оптимальную периодичность L_0 , при которой суммарные удельные затраты на предупреждение (ТО) и устранение (Р) отказов будут минимальны, а риск отказа известен.

1. Исходными данными являются:

- наработка на отказы x_i (в виде плотности вероятности $f(x)$) при эксплуатации изделия без профилактики (рисунок 4.21);
- разовая стоимость выполнения профилактических (d) и ремонтных (c) работ.

2. Определяем базу для сравнения, удельные затраты на устранение отказов без профилактики, т.е. при стратегии II (формула (4.5)).

3. Выбираем целевую функцию - суммарные удельные затраты на предупреждение (ТО) и устранение (Р) отказов $U = C_{\Sigma} = C_1 + C_2$. Оптимальная периодичность ТО L_0 соответствует минимуму целевой функции.

4. Назначаем исходную периодичность ТО $L_p = x$ (рисунок 4.21), которая делит все поле возможных отказов на две группы:

случаи $x_i < L_p$ соответствуют отказам изделий с вероятностью F , так как изделие откажет до момента его направления на ТО. Средняя наработка устранения этих отказов

$$L_p' = \frac{\int_0^{L_p} xf(x)dx}{\int_0^{L_p} f(x)dx}; \quad (4.15)$$

- случаи $x_i \geq L_p$ соответствуют предупреждению отказов с вероятностью $R = 1 - F$, так как изделие будет направлено на ТО раньше, чем оно может отказать.

5. Рассмотрим варианты реализации стратегии профилактики и ремонта, показатели которых приведены в таблице 4.6.

6. Определим удельные затраты на предупреждение и устранение отказов как отношение взвешенной стоимости ТО и Р к взвешенной наработке выполнения операций ТО и Р.

$$U_{I-1} = C_{I-1} = \frac{cF + dR}{L_p'F + L_pR}, \quad (4.16)$$

где $cF + dR$ - средневзвешенная стоимость выполнения операции ТО и Р; R - вероятность выполнения операции ТО; d - разовая стоимость операции ТО; F - вероятность отказа при выполнении ТО с периодичностью L_p и вероятность выполнения ремонтной операции (устранение отказа); c - стоимость устранения отказа; $L_p'F + L_pR$ - средневзвешенная наработка выполнения операции ТО и Р; L_p - периодичность ТО при выполнении по наработке; L_p' - средняя наработка отказавших с вероятностью F элементов ($x_i < L_p$).

Таблица 4.6 – Варианты реализации стратегий

Параметр	Вид стратегии	
	I - профилактика	II - ремонт
Наработка на отказ	$x_i \geq L_p$	$x_i < L_p$
Событие	Предупреждение отказа, сохранение работоспособности	Отказ
Вероятность события	R	F
Наработка, периодичность выполнения	L_p	L_p'
Разовая стоимость	d	c

7. Аналитически из условия $\frac{dC_{I-1}}{dL} = 0$ или графически определим оптимальную периодичность L_0 , соответствующий ей риск F_0 и вероятность безотказной работы R_0 .

8. Определим величину целевой функции при оптимальной периодичности ТО L_{01} :

$$C_{I-1}^0 = \frac{cF_0 + dR_0}{L_p' F_0 + L_{01} R_0} = U_{I-1}^0 = \min \quad (4.17)$$

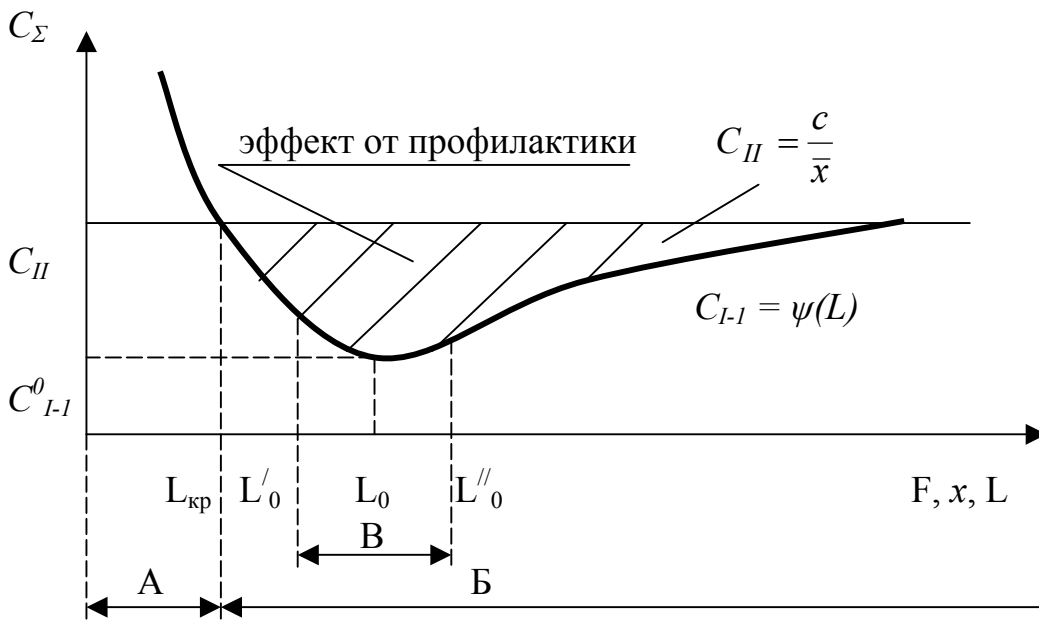


Рисунок 4.22 – Схема профилактической операции

9. Сравним полученные удельные затраты с удельными затратами при выполнении только ремонтных работ, т.е. устранении отказов без ТО (C_2) $C_2 = c/\bar{x}$: (формула (5.5)).

Если $C_2 > C_{I-1}^0$, то для данного элемента рационально проводить ТО по наработке с оптимальной периодичностью L_{01} .

Если $C_{I-1}^0 > C_{II}$, то для данного элемента нерационально предупреждать отказы (ТО), а достаточно их устранять, т.е. реализовать стратегию II - ремонт по потребности со средней наработкой до отказа \bar{x} .

10. Построим схему профилактической операции (рисунок 4.23), которая показывает зависимость суммарных удельных затрат на ТО и ремонт при тактике профилактики. На схеме профилактической операции можно выделить три характерные зоны.

Зона А - зона экономической нецелесообразности профилактической стратегии, так как $C_{I-1} > C_{II}$. Это также внеэкономическая зона, используемая при определении L_0 , когда необходимо гарантировать высокую безотказность, несмотря на затраты (например, специальные операции, доставка особо опасных грузов, военные операции и т.д.).

Зона Б - зона предпочтительности по экономическим показателям профилактической стратегии над ремонтной, так как $C_{I-1} \leq C_{II}$. Внутри этой зоны по организационным причинам (например, одновременное выполнение группы операций ТО, имеющих разную оптимальную периодичность) можно изменять фактическую периодичность, сохраняя условие $C_{I-1} \leq C_{II}$.

Зона В - зона относительной стабильности профилактической стратегии, внутри которой колебания фактической периодичности (от L_0' до L_0'') приводят к незначительному изменению C_{I-1} . Это допуск при планировании ТО, который обычно составляет $\pm 10\%$ от L_0 .

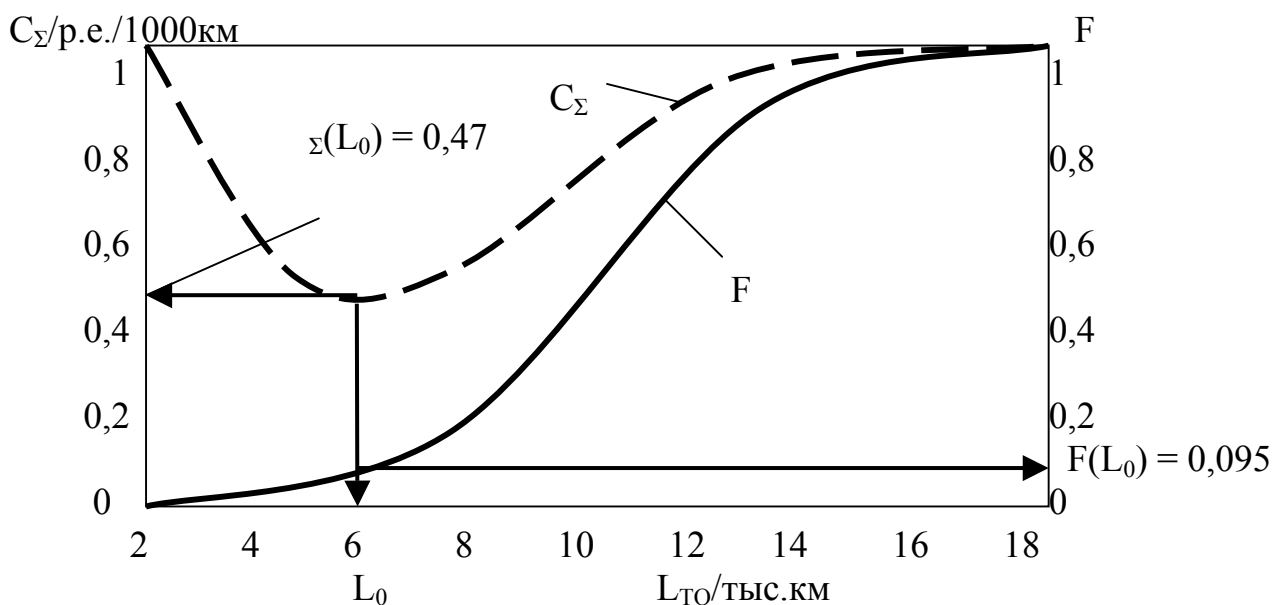


Рисунок 4.23 – Изменение суммарных удельных затрат C_Σ и вероятности отказа в межосмотровый период F в зависимости от периодичности ТО

В таблице 4.6 и на рисунке 4.24 приведены результаты определения периодичности ТО рассмотренным методом при следующих исходных данных: $\bar{x} = 10$ тыс. км; $\sigma_x = 3$ тыс. км; $c = 10$ расчетных ед.; $d = 2$ расчетных ед.; распределение наработки до отказа - нормальное.

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы.

а) минимальные удельные затраты $(C_{I-1})_{\min} = 0,47$ р.е./1000 км соответствуют оптимальной периодичности ТО $L_0 = 6$ тыс. км;

б) применение профилактической стратегии с оптимальной периодичностью ТО сокращает удельные затраты по сравнению с ремонтом по потребности в 2,1 раза (100 и 47 %);

в) отклонение от оптимальной периодичности сокращает эффективность профилактической стратегии. Например, при $L_p = \bar{x} = 10$ тыс. км затраты:

- увеличиваются по сравнению с оптимальными в 1,5 раза (с 0,47 до 0,7);

- сокращаются по сравнению с ремонтной стратегией примерно только на 30 % (100 и 70 %).

-

Таблица 4.7 - Определение оптимальной периодичности ТО экономико-вероятностным методом при стратегии ТО по наработке

L_{TO} , тыс. км	F(L)	C_{I-1}	
		р.е./1000км	%
2	0,004	1,0	100
4	0,023	0,55	55
6 = L_0	0,095	0,47	47
8	0,25	0,54	54
10 = \bar{x}	0,5	0,70	70
12	0,74	0,86	86
14	0,92	0,97	97
16	0,98	0,99	99
18	0,996	~1,0	~100

г) при постановке автомобилей на ТО целесообразно и реально интервальное планирование периодичности. Например, при $L_{TO} = 4...8$ тыс. км затраты изменяются в пределах

$$(0,55 - 0,47)/0,47 = 0,17, \text{ или } 17 \%$$

д) при оптимальной периодичности риск отказа составляет 9,5 %; $F(x = 6 \text{ тыс. км}) = 0,095$ (таблица 4.7). При увеличении периодичности по сравнению с оптимальной риск увеличивается (в пределах до 1), а при сокращении - уменьшается.

Таким образом, при профилактике наблюдается смешанная (I и II) стратегия обеспечения работоспособности.

В экономико-вероятностном методе, так же как и при определении оптимальной периодичности по безотказности, используют понятие коэффициента рациональной периодичности

$$\beta_0 = \frac{L_0}{\bar{x}} = \left[\frac{2\kappa_{II}v_x}{(1+v_x^2)(1-v_x)} \right]^{v_x} \text{ при } v_x < 1, \quad (4.18)$$

где $\kappa_{II} = d/c$; v_x - коэффициент вариации наработки на отказ при стратегии II (восстановление работоспособности). Например, для объекта, имеющего показатели $\kappa_{II} = 0,4$; $\bar{x} = 15,5$ тыс.км; $v_x = 0,4$ получаем $\beta = 0,78$, $L_0 = 12$ тыс. км.

Экономико-вероятностный метод позволяет рассчитать рациональную периодичность ТО исходя из заданного сокращения потока отказов в межосмотровые периоды, т.е. между двумя последовательными ТО. При наличии ограничений безотказности

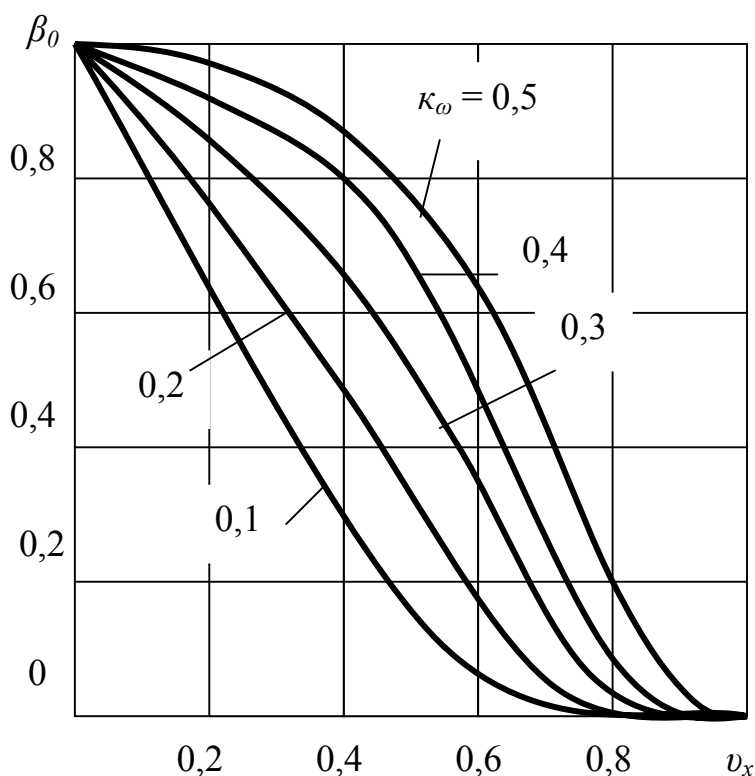


Рисунок 4.24 – Выбор оптимальной периодичности ТО экономико-вероятностным методом при заданном уровне безотказности в межосмотровом периоде

$$\beta_0 \leq \left[\frac{\kappa_{\omega}}{0,5(v_x^2 + 1)} \right]^{1-v_x} \text{ при } v_x < 1, \quad (4.19)$$

где $\kappa_\omega = \omega_I/\omega_{II}$ – коэффициент заданного сокращения параметра потока отказов; ω_I - параметр потока отказов при использовании предупредительной стратегии; ω_{II} - то же, при устранении отказов по потребности.

Если в рассматриваемом примере задано сокращение параметра потока отказов при использовании предупредительной стратегии в 5 раз ($\kappa_\omega = 0,2$), то коэффициент рациональной периодичности определяется по формуле (4.19) и составит $\beta_0 = 0,48$, а рациональная периодичность $L_0 = 0,48 \cdot 15,5 = 8,4$ тыс. км. Следует отметить, что принятие дополнительных требований по безотказности сокращает рациональную периодичность по сравнению с использованием только экономических критериев.

Эта же задача может быть решена графически. Задаваясь значением $v_x = 0,4$; $\kappa_\omega = 0,2$ (рисунок 4.24), определяем $\beta_0 \approx 0,48$.

Преимущества метода:

- учет вероятностных и стоимостных факторов;
- гарантия при проведении ТО с оптимальной периодичностью определенных уровней безотказности R_d и риска F_d при известных затратах на реализации этой стратегии;
- возможность реализовать предупредительный ремонт (замена важных экологической и дорожной безопасности и экономичности деталей).

Основной недостаток - недоиспользование ресурса элементов, которые имеют потенциальную наработку до отказа $x_i > 2L_p$ (рисунок 4.22). Эти элементы достаточно только контролировать (диагностировать), а исполнительскую часть операции производить при последующем ТО, т.е. при $x = 2L_p$. Таким образом реализуется стратегия обслуживания по состоянию, т.е. определение периодичности ТО экономико-вероятностным методом с учетом технического состояния.

Удельные затраты при реализации тактики ТО по наработке (I-2)



Действительно, для части изделий, имеющих потенциальную наработку до отказа $x_i > 2L_p$, можно было бы не проводить исполнительскую часть операции с периодичностью L_p и не доводить при этом параметр технического состояния до номинального или близкого к нему значения ($Y_i \rightarrow Y_H$). Но для этого необходимо при периодичности L_p провести контроль технического состояния всех изделий (за исключением уже отказавших с вероятностью F , для

которых реализуется стратегия II, связанная с восстановлением работоспособности), т.е. применить тактику проведения профилактики по состоянию (I-2).

При данной тактике все изделия можно разделить на три группы:

- изделия, отказавшие с вероятностью F при наработке $x < L_p$ (стратегия II);

- изделия, имеющие с вероятностью R_1 потенциальную наработку на отказ $2L_p > x_i > L_p$. Если им не проводить ТО при L_p , то они с вероятностью R_1 откажут в интервале $L_p - 2L_p$. Следовательно, этим изделиям при L_p необходимо выполнить контроль стоимостью и исполнительскую часть операции стоимостью, а разовая стоимость профилактической операции составит $d_{II} = d_k + d_{II}$;

- изделия, имеющие с вероятностью $R_2 = 1 - F - R_1$ потенциальную наработку на отказ $x_i > 2L_p$, для которых при L_p достаточно ограничиться контролем (d_k), а исполнительскую часть операции «отложить», по крайней мере, до наработки $2L_p$. Для них стоимость профилактической операции $d_{II} = d_k$.

Далее графически или аналитически (формула (4.20)) определяют оптимальную периодичность L_{02} и минимальные удельные затраты при реализации тактики ТО по состоянию C_{I-2}^0 .

Величина C_{I-2}^0 сравнивается с $C_{II} = c/x$ (только ремонт) и C_{I-1}^0 (ТО по наработке) и выбирается тактика, обеспечивающая работоспособность изделия (таблица 4.8).

Таблица 4.8 – Стратегии и тактика обеспечения работоспособности

Соотношение затрат	Стратегия	Тактика	Содержание работ
$C_{I-1} > C_{I-2} > C_{II}$	II	-	Устранение отказа при его возникновении
$C_{I-2} > C_{I-1} > C_{II}$	II	-	
$C_{II} > C_{I-2} > C_{I-1}$	I	1	Проведение ТО по наработке с оптимальной периодичностью L_{01}
$C_{I-2} > C_{I-1}$	I	1	
$C_{II} > C_{I-1} > C_{I-2}$	I	2	Проведение ТО по состоянию с оптимальной периодичностью L_{02}
$C_{I-1} > C_{I-2}$	I	2	

В соответствии с указанной методикой можно рассматривать изделия, которые потенциально потребуют выполнения исполнительской части при $3L_p$, $4L_p$ и т.д. Такой подход повысит требования к точности контрольной части операции, увеличит ее стоимость d_k и серьезно усложнит расчеты и организацию работ, не внося значительных уточнений в их результаты.

Дополнительные преимущества определения периодичности ТО экономико-вероятностным методом по состоянию изделия:

- более полное использование потенциального ресурса изделия;
 - возможность увеличения периодичности ТО по сравнению с по наработке ($L_{02} > L_{01}$);

- возможность сокращения средней трудоемкости профилактической операции, так как ее исполнительская часть выполняется по потребности в зависимости от технического состояния.

Основной недостаток вернее условие применения этой тактики, связан с ростом стоимости профилактической операции d_n из-за более сложного и дорогостоящего контрольно-диагностического оборудования и необходимости иметь персонал высокой квалификации.

Сферы применения:

- определение периодичности ТО дорогостоящих операций, оказывающих существенное влияние на безотказность, дорожную и экологическую безопасность автомобилей;

- разграничение сфер рационального использования профилактических тактик по наработке (I-1) и состоянию (I-2);

- оценка стоимости сокращения риска F возникновения отказа;

- определение эффективности использования и сравнения диагностического оборудования;

- оценка возможности применения предупредительного ремонта (замены) деталей, агрегатов, систем автомобиля;

- использование данного методического подхода при решении других задач ТЭА: определение размера запасов, численности персонала, пропускной способности средств обслуживания, резервирования и т.д.

Вопросы для самопроверки

1. Охарактеризуйте основные процессы управления в ТЭА.

2. Какие материалы и рекомендации содержат техническая документация ТЭА?

3. Какие факторы препятствуют обеспечению требуемого технического состояния автомобилей в настоящее время?

4. Какие факторы позволят обеспечить требуемое техническое состояние автомобилей в настоящее время?

5. Опишите основные разделы 1 и 2 частей «Положения о ТО и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта».

6. Охарактеризуйте методы обеспечения работоспособности автомобилей.

7. Что такое техническое обслуживание автомобилей?

8. Опишите виды ТО и их назначение.

9. Опишите основные виды работ при проведении ТО и их особенности.

10. Что такое ремонт автомобилей и их составных частей? Какие виды ремонта автомобилей выполняются при технической эксплуатации автомобилей?

11. Охарактеризуйте капитальный ремонт автомобилей.

12. Опишите случаи направления в капитальный ремонт автомобилей и их агрегатов.

13. Охарактеризуйте текущий ремонт автомобилей.

14. Охарактеризуйте назначение диагностирования автомобилей.

15. Какие этапы диагностирования используются в ТЭА?
16. Охарактеризуйте структуру разновидностей систем диагностирования.
17. Опишите условия применения диагностирования автомобилей.
18. Охарактеризуйте контролепригодность автомобиля при диагностировании.
19. Опишите такие свойства диагностических параметров, как чувствительность, однозначность, стабильность и информативность.
20. Опишите процессы постановки диагноза автомобилей.
21. Охарактеризуйте методы диагностирования автомобилей.
22. приведите классификацию средств диагностирования автомобилей.
23. Опишите процессы диагностирования автомобилей.
24. Опишите организацию диагностирования автомобилей на АТП.
25. Опишите связь диагностирования и управления техническим состоянием автомобилей.
26. Какие виды диагностирования используются при ТЭА?
27. Охарактеризуйте техническое обслуживание автомобилей по наработке.
28. Охарактеризуйте техническое обслуживание автомобилей по его состоянию.
29. Что такое периодичность ТО? Какие методы определения периодичности ТО используются при технической эксплуатации автомобилей?
30. Опишите метод определения периодичности ТО по допустимому уровню безотказности.
31. Опишите метод определения периодичности ТО по закономерности изменения параметра технического состояния и его допустимому значению.
32. Опишите технико-экономический метод определения периодичности ТО.
33. Опишите экономико-вероятностный метод определения периодичности ТО.

5 Формирование системы технического обслуживания и ремонта автомобилей

5.1 Назначение системы ТО и ремонта и требования к ней

При работе автомобилей различного типа, конструкции и наработки с начала эксплуатации из-за недостаточной их надежности за срок службы может возникнуть поток отказов и неисправностей 500-700 наименований. Для поддержания высокого уровня работоспособности, дорожной и экологической безопасности необходимо, чтобы большая часть отказов и неисправностей была предупреждена, т.е. работоспособность изделия была восстановлена до наступления неисправности или отказа.

Поэтому поток отказов и неисправностей делится на две группы по применяемым стратегиям обеспечения работоспособности элементов конструкции. I стратегия - поддержание работоспособности - ТО: $s = 200 - 300$ объектов; II стратегия - восстановление работоспособности - ремонт: $k = 300 - 400$ объектов.

Используя рассмотренные методы, определяют оптимальные периодичности профилактических операций L_{0s} . При этом практически каждая операция имеет свою, отличающуюся от других, оптимальную периодичность:

$$L_{01} \neq L_{02} \neq L_{03} \neq \dots \neq L_{0s}.$$

Выполнение набора профилактических операций обеспечивается соответствующей организацией работ с необходимыми трудоемкостью и затратами:

- планирование направления автомобиля на ТО;
- своевременное выделение постов, оборудования и персонала;
- подготовка необходимых материалов и запасных частей;
- рациональное использование водителей во время профилактики или ремонта и др.

Если автомобиль направлять на ТО строго в соответствии с оптимальной периодичностью каждой операции ТО (L_{0s}), то резко возрастет число обслуживания автомобиля.

В течение года число обслуживания

$$N_{\Gamma} = \frac{L_{\Gamma}}{L_{01}} + \frac{L_{\Gamma}}{L_{02}} + \dots + \frac{L_{\Gamma}}{L_{0s}} = L_{\Gamma} \sum_s \frac{1}{L_{0s}}, \quad (5.1)$$

где L_{Γ} - годовой пробег автомобиля; L_{0s} - оптимальная периодичность ТО.

Например, при $s = 100$ операций, изменении L_{0s} отдельных операций от 2 до 40 тыс. км и годовом пробеге автомобиля $L_{\Gamma} = 50$ тыс. км число обслуживания одного автомобиля за год $N_{\Gamma} = 298$. В результате время работы автомобиля на линии сокращается и существенно возрастают организационные затраты по планированию ТО.

Таким образом, при пооперационном выполнении ТО обеспечивается высокая эксплуатационная надежность автомобилей, но их производительность сокращается, а затраты на организацию ТО растут. Для устранения недостатков пооперационного проведения ТО поток требований на ТО упорядочивается системой ТО и ремонта.

Система ТО и Р регулируется комплексом взаимосвязанных положений и норм, определяющих порядок, организацию, содержание и нормативы проведения работ по обеспечению работоспособности парка автомобилей.

К системе ТО и ремонта автомобилей предъявляются следующие основные требования:

1) обеспечение заданных уровней эксплуатационной надежности автомобильного парка при рациональных материальных и трудовых затратах;

2) ресурсосберегающая и природоохранная направленность, обеспечение дорожной безопасности;

3) планомерно-нормативный характер, позволяющий:

- определять и рассчитывать программу работы и ресурсы, необходимые для обеспечения работоспособности автомобилей;

- планировать и организовывать ТО и ремонт на всех уровнях ИТС;

- нормативно обеспечивать хозяйственные отношения внутри предприятий и между ними;

4) конкретность, доступность и пригодность для руководства и принятия решений всеми звеньями ИТС автомобильного транспорта;

5) стабильность основных принципов и гибкость конкретных нормативов, учитывающие изменение условий эксплуатации, конструкции и надежности автомобилей, а также хозяйственного механизма;

6) учет разнообразия условий эксплуатации автомобилей;

7) объективная оценка и фиксация с помощью нормативов уровней эксплуатационной надежности и реализуемых показателей качества автомобилей, позволяющие сравнивать изделия, предъявлять требования к изготовителям и определять основные направления совершенствования ТЭА и конструкции автомобилей.

Вклад системы ТО и ремонта в эффективность технической эксплуатации автомобилей составляет 25 %. К главным факторам самой системы ТО и ремонта (100 %) относятся:

- степень выполнения рекомендаций и нормативов – 29 %;

- обоснованность нормативов – 26 %;

- технология и организация ТО и ремонта – 17 %;

- обеспечение рабочих мест и исполнителей рациональной нормативно-технологической документацией – 11 %;

- адаптация ИТС к изменению конструкции автомобилей, условиям эксплуатации – 9 %;

- прочие – 8 %.

Разработка системы ТО и ремонта автомобилей является сложной и трудоемкой научно-практической задачей, для решения которой используются закономерности ТЭА. Эта работа включает ряд этапов и является результатом

теоретических и экспериментальных исследований, критического обобщения уже имеющегося отечественного и зарубежного опыта, учета традиций, прогноза развития конструкции и надежности автомобилей в сочетании с решениями эвристического характера.

Полномасштабная разработка системы ТО и ремонта непосильна отдельным, даже крупным, автотранспортным предприятиям и компаниям. Поэтому на практике используется следующая схема:

1) принципиальные основы системы, техническая политика, структура системы и базовые нормативы централизованно разрабатываются на том или ином уровне, например на государственном или отраслевом уровне (в России), на уровне крупных транспортных объединений и компаний (США, Германия и др.), на уровне производителей (фирменные системы);

2) эти рекомендации являются весьма авторитетными и, как правило, в основном выполняются в соответствии с законодательством или добровольно большинством автотранспортных предприятий и фирм;

3) в зависимости от условий эксплуатации, уровня организации (методы управления, квалификация персонала, учет) предприятия вносят в нормативы системы коррективы и уточнения.

В России имеется богатый опыт и традиции разработки и применения системы ТО и ремонта автомобилей. Принципиальные основы системы и организации ТО и ремонта и ряд необходимых для этого нормативов более 60 лет регламентировались в нашей стране государственными документами.

5.2 Формирование структуры системы ТО и ремонта автомобилей

Основой системы являются ее структура и нормативы. Структура системы определяется видами (ступенями) соответствующих воздействий и их числом. Нормативы включают конкретные значения периодичности воздействий, трудоемкости, перечни операций и др.

Перечень выполняемых операций, их периодичность и трудоемкость составляют режимы технического обслуживания.

На структуру системы ТО и ремонта влияют уровни надежности и качества автомобилей; цели, которые поставлены перед автомобильным транспортом и ТЭА; условия эксплуатации; имеющиеся ресурсы; организационно-технические ограничения.

Отдельные элементы структуры системы ТО и ремонта эксплуатируемого в настоящее время автомобильного транспорта влияют на затраты по обеспечению работоспособности (без организационно-планировочных затрат) следующим образом: обоснованность перечня профилактических операций и их периодичностей - 80-87 %; число ступеней (видов) ТО и кратность их периодичностей - 13-20 %. Таким образом, главными факторами, определяющими эффективность системы ТО и ремонта, являются правильно определенные перечни (что делать) и периодичность (когда делать) профилактических операций, затем количество видов ТО и их кратность (как организовать выполнение совокупности профилактических операций).

Сложность при определении структуры системы ТО состоит в том, что ТО включает в себя 8-10 видов работ (смазочные, крепежные, регулировочные, диагностические и др.) и более 200-300 конкретных объектов обслуживания, т.е. агрегатов, механизмов, соединений, деталей, требующих предупредительных воздействий. Каждый узел, механизм, соединение, как отмечалось ранее, может иметь свою оптимальную периодичность ТО. Если следовать этим периодичностям, то автомобиль в целом практически ежедневно необходимо направлять на техническое обслуживание различных соединений, механизмов, агрегатов, что вызовет большие сложности с организацией работ и значительные потери рабочего времени, особенно на подготовительно-заключительных операциях. При этом объектом воздействий будет не автомобиль как транспортное средство, а его составные элементы.

Поэтому после выделения из всей совокупности воздействий тех, которые должны выполняться при ТО, и определения оптимальной периодичности каждой операции производят группировку операций по видам ТО. Это дает возможность уменьшить число заездов автомобиля на ТО и время простоев на ТО и в ремонте. Однако надо иметь в виду, что группировка операций неизбежно связана с отклонением периодичности ТО данного вида от оптимальных периодичностей ТО отдельных операций.

При определении периодичности ТО группы операций («групповой периодичности») применяют следующие методы.

Метод группировки по стержневым операциям ТО основан на том, что выполнение операций ТО приурочивается к оптимальной периодичности $L_{ст}$ так называемых стержневых операций, которые обладают следующими признаками:

- а) влияют на экологическую и дорожную безопасность автомобиля;
- б) влияют на работоспособность, безотказность, экономичность автомобиля;
- в) характеризуются большой трудоемкостью, требуют специальных оборудования и конструкции постов;
- г) регулярно повторяются.

Примерами подобных стержневых операций или групп операций являются: проверка и регулирование тормозной системы (все признаки); проверка токсичности отработавших газов и соответствующая регулировка систем двигателя (все признаки); смена масла в картере двигателя (признаки в, г). Таким образом, по этому методу периодичность ТО стержневой операции $L_{ст}$ принимается за периодичность вида ТО или группы операций, например $L_{ТО} = L_{ст}$ (рисунок 5.1).

Из рисунка 5.1, следует, что анализируемые по данному методу профилактические операции могут быть сведены в три группы:

I: $L_{oi} < (L_{ст}-1)$ выполняются ежедневно (ЕО) или по потребности (при ТР), т.е. исключаются из состава профилактических..

II: $(L_{ст}-1) \leq L_{oi} < (L_{ст}-2)$ операции 3, 4, 5 выполняются одновременно с первой стержневой с периодичностью операции $L_{ст}-1$.

III: $L_{oi} \geq (L_{ст}-2)$ выполняются одновременно со второй стержневой операцией или выводятся из состава профилактических (переводятся в текущий или предупредительный ремонт).

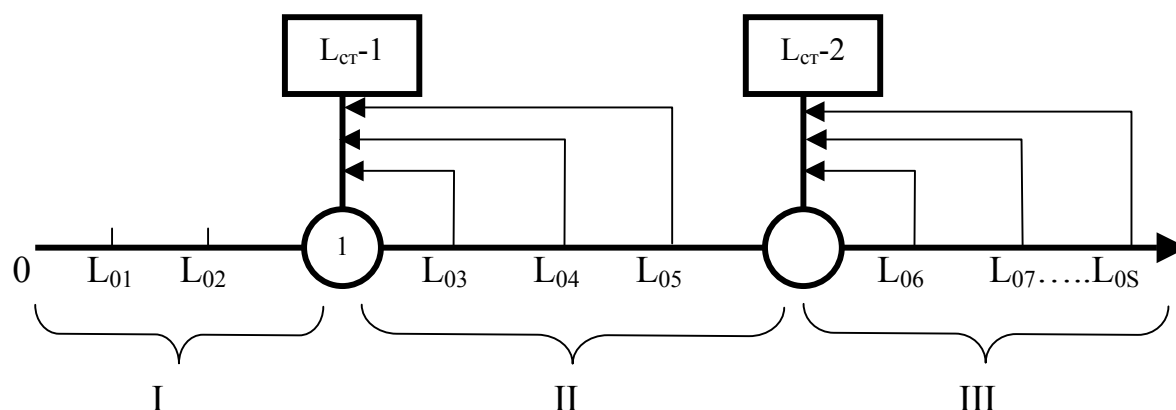


Рисунок 5.1 – Группировка по стержневым операциям: L – периодичность; стрелками показано совмещение выполнения соответствующей операции.

Операции, оптимальная периодичность которых L_{oi} больше периодичности стержневой операции, выполняются с коэффициентом повторяемости

$$K_i = L_{ст} / L_{oi} = (L_{то})_1 / L_{oi}, \quad \text{где } 0 < K \leq 1. \quad (5.2)$$

Такие операции, как отмечалось, состоят из двух частей - контрольной (диагностической) и исполнительской. Причем контрольная часть производится каждый раз при направлении автомобиля на данный вид обслуживания, а исполнительская - по потребности в зависимости от его фактического технического состояния. В действующей системе ТО более 65-70% всех операций выполняются с коэффициентом повторяемости, зависящим от результатов контроля в пределах установленной периодичности.

При **техничко-экономическом методе** определяют такую групповую периодичность $L_{ог}$, которая соответствует минимальным суммарным затратам $C_{\Sigma\Sigma}$ на ТО и ремонт автомобиля по всем рассматриваемым объектам (рисунок 5.2):

$$C_{\Sigma\Sigma} = \sum_s C_{Is} + \sum_s C_{IIs}, \quad (5.3)$$

т.е. оптимальная периодичность $L = L_{ог}$ при $C_{\Sigma\Sigma} = C_{\min}$, где C_{Is} , C_{IIs} - удельные затраты на ТО и ремонт i -го объекта; s - число операций в группе (виде ТО). На рисунке 5.2 Δ_5 - это увеличение удельных затрат s -операции при ее выполнении в результате группировки, с групповой $L_{ог}$, а не со свойственной ей оптимальной периодичностью L_{os} .

Если в группу входит операция, периодичность которой ограничена в рассматриваемых пределах условиями безопасности, экологии или

техническими критериями, то выбранная групповая периодичность должна удовлетворять требованиям $L_{ог} \leq L_{oi}$; где i - номер операции с периодичностью, ограниченной требованиями безопасности движения или другими техническими критериями (например, прекращение функционирования механизма при $L_{ог} > L_{oi}$).

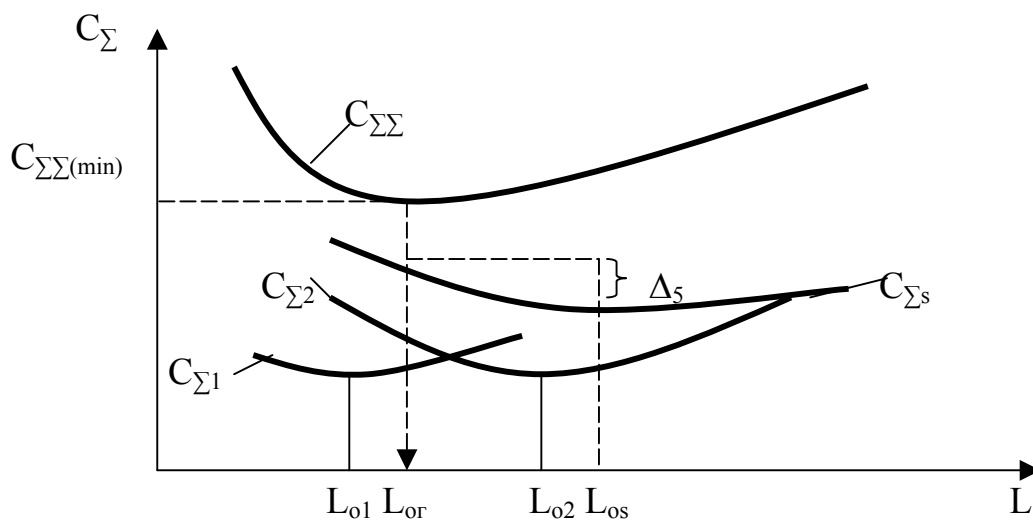


Рисунок 5.2 – Определение групповой периодичности ТО технико-экономическим методом $L_{o1} \neq L_{o2} \neq L_{os} \neq \dots \neq L_{ог}$ – оптимальные периодичности отдельных операций ТО

Используя **экономико-вероятностный метод**, можно определить целесообразность выполнения данной операции не с оптимальной для нее, а с заданной периодичностью стержневой операции. Воспользовавшись картой профилактической операции, определяют зону наработок, в которой удельные затраты при предупредительной стратегии остаются ниже, чем при устранении возникшего отказа. Если в этой зоне находится периодичность стержневой операции, то изменение периодичности для данной операции допустимо.

На рисунок 5.3 приведены графики, позволяющие определить предельно допустимое значение коэффициента относительных затрат на ТО и ремонт k_n , превышение которого при изменении периодичности нецелесообразно по экономическому критерию.

Например, объект имеет показатели: $k_n = d/c = 0,4$, $\bar{x} = 15,5$ тыс. км, $v_x = 0,4$ и оптимальную периодичность $L_0 = 12$ тыс. км. Определим целесообразность выполнения этой операции не с оптимальной для нее периодичностью $L_0 = 12$ тыс. км, а с периодичностью $L_{то} = 5,5$ тыс. км. При выполнении операции с заданной периодичностью коэффициент периодичности $\beta = L_{то}/\bar{x} = 5,5/15,5 = 0,31$. Для этого значения β и коэффициента вариации $v_x = 0,4$ предельное значение коэффициента $k_{пд} = 0,27$ при фактическом значении $k_n = 0,4$. Так как $k_n > k_{пд}$, то по экономическому критерию проведение данной операции по профилактической стратегии с периодичностью 5,5 тыс. км нерационально. Нижняя граница периодичности

ТО, при которой данную операцию еще целесообразно проводить профилактически, составляет $L_{\text{ТО}} = \beta \bar{x} = 0,5 \cdot 15,5 \approx 7,8$ тыс. км. Таким образом, определяется интервал периодичностей, внутри которого выполнение конкретной операции с групповой периодичностью по предупредительной стратегии целесообразно. Для рассматриваемого примера этот интервал составляет 7,8-12 тыс. км.

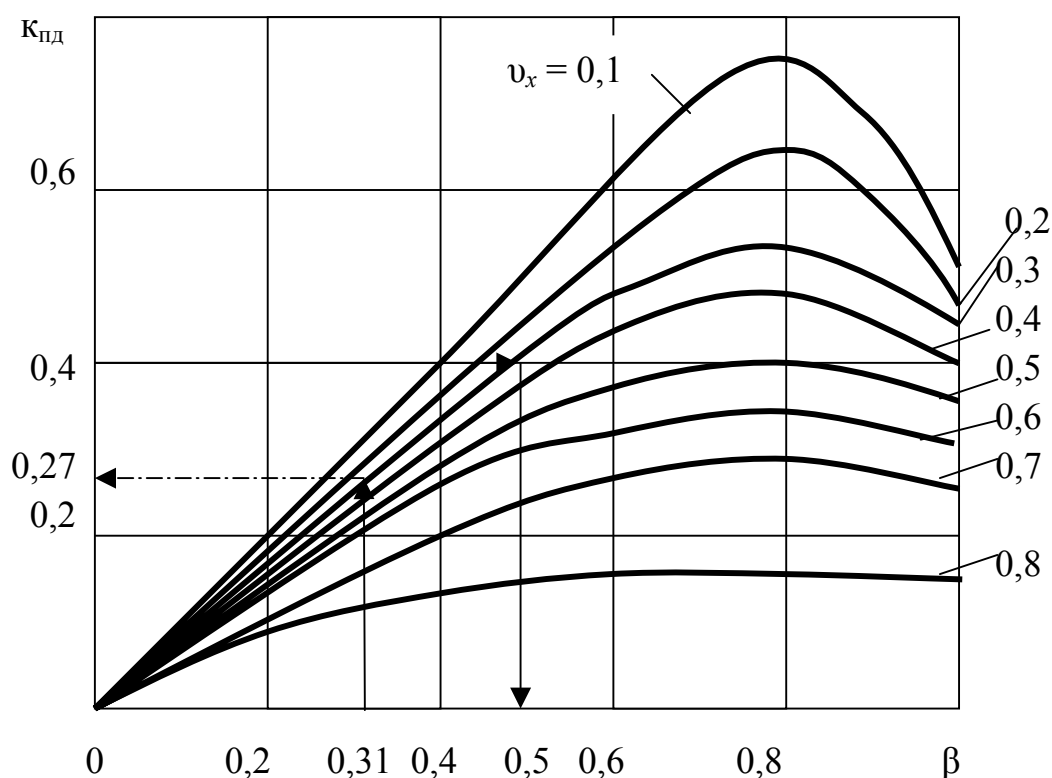


Рисунок 5.3 – Оценка рациональности профилактических воздействий при заданной периодичности

Если ряд объектов обслуживания имеет весьма близкие рациональные периодичности, то используется метод **естественной группировки**. Например, при обслуживании несамоконтрящихся крепежных соединений современных грузовых автомобилей обнаруживаются два пика необходимости возобновления их затяжки в интервалах 4-7 и 15-20 тыс. км. Достаточно близкую периодичность регулирования имеют тормозные и клапанные механизмы, углы установки колес. Возможны и другие методы группировки, например использование линейного программирования, статистических испытаний.

Таким образом, применяя соответствующие методы ТО, производят группировку операций по видам ТО. Ранее отмечалось, что увеличение числа ступеней (видов ТО) теоретически благоприятно сказывается на надежности и суммарных затратах на обеспечение работоспособности отдельных объектов,

но одновременно увеличиваются затраты, связанные с организацией производственного процесса (подготовительно-заключительное время, планирование постановки на ТО и др.) ТО и ремонта автомобиля.

В таблице 5.1 приведены данные по изменению суммарных удельных затрат на ТО и ремонт группы операций в системах с различным числом видов ТО и организационными затратами. При учете организационных затрат (планирование, организация производства и др.) существует минимум суммарных затрат, соответствующий (без ежедневного обслуживания) двум-трем видам ТО. Характерно, что рост организационных затрат не только увеличивает общие затраты, но сдвигает, как и следовало ожидать, оптимум в область более простых структур системы ТО и ремонта.

Таблица 5.1 – Удельные затраты при различных стратегиях обеспечения работоспособности автомобилей, %

Стратегия	Число видов ТО	Организационные затраты, %		
		0	10	20
II - P	0	141	155	170
I - TO	1	91	100	109
I - TO	2	83	95	108
I - TO	3	81	96	111
I - TO	4	80	98	116
I - TO	5	80	104	120
I - TO	10	79	119	159

Эти данные позволяют сделать следующие практические выводы:

1) предупреждение отказов (профилактическая стратегия I), как правило, более выгодно, чем ожидание отказа и последующий ремонт (стратегия II);

2) для современного автомобиля наиболее целесообразна система с двумя-тремя видами ТО, так как при такой структуре системы удельные затраты на ТО и ремонт с учетом организационных минимальны.

Это подтверждается многолетним опытом автомобильного транспорта России и других стран. В России наиболее распространенной в настоящее время является трехступенчатая система ТО: ЕО, ТО-1 и ТО-2 (с которым может совмещаться СО - сезонное обслуживание). В США, по данным обследования лучших по организации инженерно-технической службы предприятий, трехступенчатую систему (А, В, С) применяли 60 % грузовых и 50 % автобусных предприятий, двухступенчатую - 20 и 23 %, четырехступенчатую - 15 и 18 %, многоступенчатую - 5 и 9 % АТП;

3) для предприятий с недостаточно организованным ТО (невыполнение перечня, несоблюдение периодичностей) в качестве первого этапа исправления ситуации может быть рекомендована одноступенчатая система ТО (единое ТО) с последующим переходом к двум и трем ступеням;

4) сокращение организационно-управленческих затрат на реализацию системы (применение ПЭВМ при учете и планировании, подготовки

производства и др.) позволяет по экономическим критериям увеличить число видов ТО автомобиля, т.е. приблизиться к оптимальным периодичностям ТО отдельных операций;

5) в перспективе сначала для грузовых автомобилей большой грузоподъемности и автобусов большой вместимости, а затем и для большинства коммерческих автомобилей возможна реализация индивидуальной системы и нормативов ТО и ремонта для конкретных автомобилей или их групп, работающих в сходных условиях эксплуатации.

Основой такого индивидуального варианта системы будет служить:

- повышение надежности автомобилей и соответствующее увеличение периодичностей ТО;
- контроль за возрастной структурой парка;
- совершенствование системы помашинного учета и анализа надежности, затрат, доходов и расходов;
- бортовая система учета работы и диагностики технического состояния автомобиля.

5.3 Фирменные системы ТО и ремонта автомобилей

Эти системы разрабатываются производителями автомобилей, ориентированы главным образом на владельцев индивидуальных (некоммерческих) автомобилей, фирменные сервисные предприятия (дилеров) и стимулируют проведение ТО и ремонта на этих предприятиях.

Фирменные системы ТО и ремонта основаны на планово-предупредительной стратегии и информационно поддерживаются рядом документов.

В руководствах по эксплуатации, которыми располагают владельцы автомобилей, приводится минимум сведений:

- рекомендации проводить ТО на предприятиях технического обслуживания завода-изготовителя в соответствии с рекомендациями сервисных книжек;
- указания по выполнению минимального перечня операций между очередными обслуживаниями, которые включают проверку уровня масла и жидкостей, уход за шинами, замену ламп и плавких предохранителей, косметический уход за кузовом;
- перечень рекомендуемых топливно-смазочных материалов, эксплуатационных жидкостей и автопрепаратов;
- список ламп, применяемых на автомобилях.

Учитывая, что значительная часть владельцев автомобилей, даже в странах, имеющих традиционно развитую и доступную сервисную систему, обслуживают автомобили вне заводских сервисных предприятий, этих сведений явно недостаточно.

Структура системы ТО фиксируется в сервисных книгах, в которых указывается последовательность (план-график, цепочка) проведения ТО с определенной, как правило постоянной, периодичностью. Например, для

семейства автомобилей ВАЗ-2110, -2111, -2112, «Вольво-400, -700, -900», «Мацда-626» такой периодичностью является 15 тыс. км, что соразмерно со среднегодовым пробегом индивидуальных легковых автомобилей в развитых странах. Такой план-график проведения ТО на автомобилях семейства «Вольво» «расписан» на 180 тыс. км, «Мацда» - на 180 тыс. км, ВАЗ - на 105 тыс. км.

Каждый очередной вид ТО (после 15, 30, 45 тыс. км пробега автомобиля и т.д.) имеет свой перечень операций, который на 47-76 % совпадает с предыдущим (таблица 5.2).

Таблица 5.2 - Характеристики ступеней технического обслуживания автомобилей семейства ВАЗ-2110

Номер сервисного талона	Наработка, тыс. км		Число укрупненных операций		Нормативы трудоемкости, чел.-ч
	Всего	Между ТО	Всего	Совпадает с предыдущим обслуживанием, %	
2	15	15	24	-	2,62-3,06
3	30	15	37	62	5,36-6,33
4	45	15	27	78	4,47-4,91
5	60	15	37	70	6,36-7,43
6	75	15	25	76	3,75-3,90
7	90	15	38	47	7,20-8,27
8	105	15	24	Соответствует №2	2,62-3,06

В перечнях содержатся традиционные для ТО виды работ: контрольно-диагностические, смазочные, крепежные, регулировочные и другие. В среднем около 60% операций практически одинаковы для всех ступеней ТО, до 30 % - чередуются, как правило, через одно ТО (15, 45, 75 тыс. км и т.д.); остальные или являются специфическими только для данной ступени, или содержат рекомендации по принудительной замене ряда деталей и систем (свечи, кислородный датчик и др.) или их вскрытию и частичной разборке (генератор, стартер и др.).

Для автомобилей семейства «Мацда», предназначенных для эксплуатации в тяжелых условиях, периодичность ТО сокращается в 1,5 раза (10 тыс. км) и рекомендуется двухступенчатая система ТО (типа ТО-1, ТО-2) с кратностью 2 (10 и 20 тыс. км) и практически постоянным по этим видам ТО перечнем операций.

Для иностранных легковых автомобилей, собираемых в России, рекомендуется периодичность ТО 6 тыс. км.

Ряд заводов-изготовителей для сервисных предприятий издает рекомендации по трудоемкости ТО и ремонта: трудоемкость работ (услуг) по техническому обслуживанию и ремонту ВАЗ-2110, -2111, -2112; справочник по

нормативам стандартного времени для ТО и ремонта автомобилей «Вольво-300, -400, -700, -800, -900» (Volvo Standard Times Guide) и др.

Эти справочники и рекомендации в различных пропорциях и детализации содержат пооперационные нормативные трудоемкости следующих основных работ (на примере ВАЗ):

- смазочные, заправочные, моечно-уборочные и работы по обслуживанию (коды 01-09);
- контрольно-диагностические (коды 10-18);
- снятие и установка деталей (коды 20-28);
- устранение перекоса кузова (коды 30-35);
- разборочно-сборочные и механические (коды 40-49);
- изготовление деталей (коды 50-54);
- рихтовка и сварка кузова (коды 60-69);
- антикоррозионная и противощумная защита (коды 70-75);
- окраска (коды 80-93).

Эти материалы являются основанием (и оправданием) при нормировании стоимости выполнения услуг на сервисных предприятиях на ступени ТО (по сервисной книжке) и конкретной ремонтной операции. Оценок (или норм) суммарных затрат на текущий ремонт (на 1000 км, год, за срок службы) заводские рекомендации, как правило, не содержат, что затрудняет общую оценку надежности автомобиля и технологические расчеты ремонтных постов и участков сервисных предприятий.

Некоторые зарубежные фирмы в последние годы в технической документации и в рекламе приводят предельную годовую трудоемкость текущего ремонта своих автомобилей, связанную с определенным годовым пробегом.

Ряд производителей в своей рекламе и документации предусматривают корректирование трудоемкости ремонтных работ по мере увеличения наработки автомобиля с начала эксплуатации. Например, у ВАЗ увеличение трудоемкости ремонта при наработке 5-8 лет - до 10 %, свыше 8 лет - до 20 %.

Для организации учета и упрощения технологического проектирования операции шифруются, что является несомненным преимуществом заводской документации. Шифр включает номер детали или агрегата по каталогу и код работы. Например, операция «перестановка колес автомобиля по схеме» обозначается 3101011.08, где цифры до точки - номер детали (колесо в сборе), после точки - код работы (ТО).

Для последующего анализа надежности автомобилей ряд заводоизготовителей применяет цифровое кодирование причин и признаков отказов («Вольво»), которое используется в сервисных предприятиях.

Преимуществами заводских рекомендаций являются их «привязка» к конкретным моделям автомобилей и их конструкции, наличие пооперационных нормативов трудоемкости, система информации и кодирования деталей и работ, оформление рекомендаций по ТО для владельцев автомобилей в виде сервисной книжки, содержащей полный перечень операций ТО, технологическое и информационное обеспечение фирменных предприятий.

К недостаткам относятся: некомплектность технической документации или ее недоступность для владельцев транспортных средств; отсутствие и слабый учет условий эксплуатации; как правило, завышенная трудоемкость, увеличивающая стоимость обслуживания и ремонта; отсутствие общих нормативов на текущий ремонт; сложность структуры системы, особенно для индивидуальных владельцев автомобилей. Поэтому, как правило, эти рекомендации используются сервисными предприятиями, прежде всего фирменными, и дилерами.

Что касается владельцев транспортных средств, то заводскими рекомендациями по ТО даже в странах с развитой сервисной системой они пользуются, главным образом, во время гарантийного пробега и в первые годы эксплуатации нового автомобиля.

Учитывая международный обмен автомобильной техникой (экспорт, импорт, лизинг, международные перевозки, туризм), большое значение и распространение приобретают обобщающие нормативные и технологические материалы, которые при их составлении автотранспортными и информационными компаниями приобретают функции рекомендуемых нормативов ТЭА.

Например, известная информационная компания «Оутодейт» (Autodate Ltd. Automotive Technical Publications and Databases) периодически издает сводные нормативы трудоемкости к применяемым системам ТО и ремонта по 40-45 производителям (маркам) 670-700 моделей легковых автомобилей.

Эта же компания издает справочно-информационные материалы по обслуживанию и ремонту агрегатов и систем автомобилей. Например, техническое обслуживание и ремонт автомобилей, диагностика, испытание и регулирование двигателя, системы питания и зажигания, ремонт кузова, углы установки колес автомобиля и др.

5.4 Основные показатели и нормативы при планировании и организации ТО и ремонта автомобилей

Нормативы, свойственные системам технического обслуживания и ремонта, необходимы для решения следующих задач ТЭА.

Расчет производственной программы (суточной, месячной, годовой и т.п.) работ ТО и ТР. Под производственной программой понимаются количество и трудоемкость воздействий по видам ТО (ЕО, ТО-1, ТО-2, СО), ТР, КР автомобилей и агрегатов, исчисляемых за год, месяц, смену. Производственная программа может определяться в целом по автотранспортному предприятию или группам автомобилей (по типам, моделям), а также зонам, участкам.

В основу расчета производственной программы положены нормативы трудоемкости, периодичности, ресурса автомобилей и агрегатов до капитального ремонта, простоя автомобилей в ТО и ремонте. Нормативы корректируются с учетом условий эксплуатации.

После установления нормативных значений периодичности ТО-1 (L_1), ТО-2 (L_2), ресурса автомобиля до капитального ремонта (L_K) и за цикл до списания ($L_{\text{ц}}$) определяют число КР и ТО на один автомобиль за цикл ($N_{\text{ц}}$) по формулам

$$N_{\text{цк}} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_K}; \quad N_{\text{ц1}} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_2} - N_{\text{цк}}; \quad N_{\text{ц1}} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_1} - N_{\text{ц2}} - N_{\text{цк}} \quad (5.4)$$

Далее рассчитывают число ТО и КР на один автомобиль N_{Γ} за год по формуле:

$$N_{\Gamma} = N_{\text{ц}} \cdot \eta_{\Gamma}, \quad (5.5)$$

где $\eta_{\Gamma} = L_{\Gamma}/L_K$ - коэффициент перехода от циклового $L_{\text{ц}}$ к среднегодовому L_{Γ} пробегу.

Затем число ТО и КР рассчитывают на парк в целом.

При определении годового пробега используют данные по коэффициенту выпуска $a_{\text{в}}$ и технической готовности $a_{\text{т}}$, а также среднесуточному пробегу $l_{\text{ср}}$:

$$L_{\Gamma} = 365 \cdot a_{\text{в}} \cdot l_{\text{ср}}. \quad (5.6)$$

Годовая программа по видам воздействий на парк определяется произведением годовой программы на один автомобиль N_{Γ} и инвентарного размера парка автомобилей данной марки $A_{\text{И}}$:

$$N_{\Gamma}^{\Sigma} = A_{\text{И}} \cdot N_{\Gamma} \quad (5.7)$$

Программа работ, выражаемая трудоемкостью t^{Σ} , определяется:

- для ТО произведением скорректированной разовой трудоемкости видов обслуживания $t_{\text{ТО}}$ ($t_{\text{ЕО}}$, t_1 , t_2) и годовой программы числа воздействий N_{Γ}^{Σ} , т.е.

$$t_{\text{ТО}}^{\Sigma} = N_{\Gamma}^{\Sigma} \cdot t_{\text{ТО}}, \quad (5.8)$$

- для ТР - произведением скорректированного норматива удельной трудоемкости ТО ($t_{\text{ТР}}$) и годового пробега парка автомобилей

$$t_{\text{ТР}}^{\Sigma} = A_{\text{И}} \cdot L_{\Gamma} \cdot t_{\text{ТР}} / 1000, \quad (5.9)$$

- для ТО и ремонта по видам работ t_i^Σ , по цехам, производственным зонам t_j^Σ - произведением годовой трудоемкости соответствующих работ ТО или ТР t^Σ на коэффициент удельного веса вида работ κ_{pi} или цеха, участка κ_{uj} :

по виду работ (моечных, контрольных, регулировочных, разборочно-сборочных, сварочных и др.)

$$t_i^\Sigma = t^\Sigma \cdot \kappa_{pi}, \quad (5.10)$$

по цехам и участкам

$$t_j^\Sigma = t^\Sigma \cdot \kappa_{uj}, \quad (5.11)$$

Значения κ_{pi} и κ_{uj} приведены в нормативно-технологических документах, Положении о ТО и Р, а также в нормах технологического проектирования автотранспортных предприятий.

Планирование постановки автомобилей на обслуживание. При календарном планировании делением периодичности ТО на среднесуточный пробег l_{cc} рассчитывается календарный день проведения очередного ТО автомобиля: $D_{ТО}^k = L_{ТО} / l_{cc} + 1 = n_c + 1$.

При планировании по пробегу суммируются фактические суточные пробеги автомобиля l_c с момента проведения предыдущего ТО. При приближении суммы Σl_c к периодичности ТО ($\Sigma l_c \rightarrow L_{ТО}$) принимается решение о конкретной дате постановки автомобиля на обслуживание.

Календарный метод прост и применяется при достаточно стабильном режиме работы автомобилей на линии. Однако при большой неравномерности использования автомобилей (вариация l_c) или незапланированных случайных простоях между ТО с потерей рабочего времени (так называемые целодневные простои) он дает значительные отклонения нормативной и фактической периодичности ТО. Другой метод («по пробегу»), особенно при использовании компьютерной техники, АСУ, позволяет более точно следовать нормативной периодичности ТО и оперативно корректировать загрузку зоны ТО.

Определение потребности в рабочей силе и ее распределении по цехам, участкам, постам в соответствии с программой и трудоемкостью работ. Знание трудоемкости работ позволяет определить технологически необходимую P_T и штатную $P_{шт}$ численность производственных рабочих.

Технологически необходимая численность производственных рабочих определяется по годовой трудоемкости работ в зоне ТО или ТР (t_j^Σ) и нормированному фонду рабочего времени рабочего данной профессии (Φ): $P_T = t_j^\Sigma / \Phi$.

Штатная численность производственных рабочих, учитывающая с помощью коэффициента штатности $\eta_{ш}$ отпуска, болезни и другие уважительные причины невыхода рабочих, определяется так: $P_{ш} = P_T / \eta_{ш}$.

Определение числа постов и размера площадей производственных участков. Число универсальных постов (рабочих мест) для выполнения ТО и ТР P_y определяется соотношением годовой трудоемкости работ, выполняемых на данном посту (участке) t_j^Σ , и годовым фондом рабочего времени поста (участка) $\Phi_{П}$:

$$P_y = \frac{t_j^\Sigma \cdot \varphi}{\Phi_{П} \cdot P_{П}} = \frac{t_j^\Sigma \cdot \varphi}{D_{рг} \cdot T_{см} \cdot c \cdot P_{П} \cdot \eta_{П}}, \quad (5.12)$$

где $D_{рг}$ - число рабочих дней в году поста, участка; $T_{см}$ - продолжительность смены; c - число смен; $P_{П}$ - число рабочих на посту; φ - коэффициент, учитывающий неравномерность поступления автомобилей $\varphi = (1 - 1,4)$; $\eta_{П}$ - коэффициент использования рабочего времени поста, характеризующий уровень технологии и организации работ $\eta_{П} = 0,85 - 0,95$.

Площади зон ТО и ТР определяются числом постов, коэффициентом плотности расстановки оборудования, учитывающим проезды и проходы, и площадью, занимаемой обслуживаемым автомобилем.

Расчет затрат на ТО и ремонт по предприятию, цехам, участкам, видам ТО и ремонта, агрегатам и системам автомобиля. Соответствующие затраты определяются произведением сметной стоимости работы (операции, вида ТО, ТР) и расчетной программы.

Разработка технологической документации (технологические, постовые, пооперационные карты и др.), основой которой являются перечни операций по группам или видам ТО и их трудоемкостей.

Оценка расчетных уровней работоспособности парков и влияния на них деятельности конкретных цехов и участков. Эта задача решается определением коэффициента технической готовности и затрат на ТО и ремонт.

Сравнение автомобилей различных производителей путем сопоставления показателей.

Управление качеством ТО и ремонта. Выполняется с использованием показателей.

Контроль регулярности, полноты и качества проведения ТО и ремонта, в том числе и при их выполнении по контракту на других предприятиях. Регулярность проведения ТО определяется сопоставлением фактических и плановых (нормативных) периодичностей. Полнота выполнения рекомендуемых перечней операции оценивается:

- наличием (или отсутствием) соответствующих операций, заявленных в рамках ТР;

- непосредственным пробным контролем фактического выполнения рекомендуемых при ТО операций (наблюдения, пробный осмотр);

- изменением уровня работоспособности автомобиля.

Получение сертификата на право проведения ТО и ремонта на основе имеющейся документации на ТО и ремонт.

Независимо от форм собственности владельцам автотранспортных средств, специалистам ИТС необходимо знать, что обеспечить постоянную работоспособность, дорожную и экологическую безопасность, а также экономичность использования автомобилей можно при условии регулярного и качественного выполнения планово-предупредительной системы технического обслуживания.

Фирменные рекомендации по ТО и ремонту основаны на планово-предупредительных принципах. Структура ТО эквивалентна или двух-трехступенчатой системе, или системе с так называемым единым обслуживанием, но переменным по наработке перечнем операций, имеющим постоянное для всех ступеней ядро (до 60 % объемов).

Одной из важных задач технической эксплуатации автомобилей как науки и области практической деятельности является восстановление и развитие надежно действующего механизма регулирования и управления работоспособностью растущего автомобильного парка на основе четко сформулированных и реализуемых принципов и гибких объективных нормативов планово-предупредительной системы.

Свидетельствами применения системы ТО и Р являются:

а) для автотранспортных предприятий всех форм собственности:

- наличие утвержденных, как минимум, на хозяйственном уровне структуры и нормативов ТО и ремонта, применяемых на данном предприятии;
- отчетная документация, свидетельствующая о фактическом выполнении нормативов и рекомендаций системы;

б) для индивидуальных владельцев:

- сервисная книжка с отметкой о выполнении ТО на фирменных предприятиях и у дилеров;
- прочая отчетная документация о проведении ТО и ремонта на сервисных предприятиях;
- договор об абонементном обслуживании автомобилей на сервисном предприятии;
- тетрадь о выполнении работ владельцем своими силами.

Государственный технический осмотр, проводимый в основном один раз в год, способствует обеспечению технического состояния, экологической и дорожной безопасности парка и конкретных автомобилей, но не может заменить планово-предупредительной системы ТО и ремонта, качественное выполнение которой является важнейшей задачей и обязанностью владельцев автотранспортных средств.

5.5 Учет условий эксплуатации при техническом обслуживании и ремонте автомобилей

Как отмечалось ранее, условия эксплуатации, при которых используется автомобиль, влияют на режим работы агрегатов и деталей, ускоряя или замедляя изменение параметров их технического состояния по схеме: режимы работы автомобиля и его элементов - интенсивность изменения параметров технического состояния - реализуемые показатели надежности и работоспособности - ресурсы деталей, агрегатов, автомобилей - периодичность и перечень операций ТО, трудоемкость ТО и ремонта, расход запасных частей и материалов и т.д. В различных условиях эксплуатации реализуемые показатели надежности автомобилей за одинаковую наработку будут различаться, что скажется и на показателях эффективности технической эксплуатации. Учет условий эксплуатации необходим при определении нормативов ТЭА, потребности в ресурсах (персонал, производственно-техническая база, запасные части и материалы).

По данным МАДИ, на затраты по ТО и ремонту маршрутных автобусов, работающих в условиях большого города, основное влияние оказывают средняя длина перегона (вес фактора 67-69 %), использование пассажироместимости (24 – 28 %) и плотность транспортного потока (4-6 %). Диапазон вариации этих факторов даже в рамках одной транспортной системы составляет по разным маршрутам соответственно 4,6; 3,4; 6,6 раза.

Объективная оценка влияния условий эксплуатации на надежность и техническое состояние автомобилей является мерой необходимой и должна выполняться своевременно. Более интенсивное использование автомобилей неминуемо увеличивает затраты ИТС на обеспечение их работоспособности, что должно быть учтено в расчетах с клиентурой и компенсировано ИТС подсистемой перевозок предприятия.

Источником такой компенсации является дополнительный доход, получаемый подсистемой перевозок. Таким образом, речь идет о взаимоотношениях двух подсистем автомобильного транспорта - коммерческой и технической эксплуатации, а в общем случае - о взаимоотношениях подсистемы ТЭА с клиентурой.

В настоящее время влияние режимов работы автомобиля и агрегатов на показатели надежности и нормативы ТЭА установлены в основном эмпирически, а в лучшем случае - аналитически. Для чего используют статистические данные, результаты наблюдений, корреляционно-регрессионные зависимости, которые обобщают имеющийся опыт.

Очевидно, автомобили, работающие в более тяжелых условиях эксплуатации, требуют для обеспечения работоспособности больших трудовых и материальных ресурсов, а затраты на ТО и ремонт автомобилей и себестоимость перевозок будут объективно выше. Это необходимо учитывать при планировании и нормировании процессов технической эксплуатации.

Учет условий эксплуатации осуществляется на основе закономерностей ТЭА достигается классификацией этих условий, идентификацией фактических

условий эксплуатации конкретных групп автомобилей и корректированием нормативов ТО и ремонта.

Практически эти задачи решаются следующим образом.

1. Выявляются факторы, которые могут быть отнесены к объективным и местным, или субъективным.

Например, параметр потока отказов и неисправностей грузовых автомобилей большой грузоподъемности зависит от транспортных и дорожных условий следующим образом:

$$\omega = -0,68 + 0,4\beta + 12\gamma + 0,08k_{\text{пр}} - 7 \cdot 10^{-4}l_{\text{гп}} + 16f + 12 \cdot 10^{-3}i + 19П. \quad (5.13)$$

При этом уровень влияния факторов, %, составляет:

коэффициент использования пробега β - 13 (12-14 %);

коэффициент использования грузоподъемности γ - 8 (6-10 %);

коэффициент использования прицепов $k_{\text{пр}}$ - 6 (5,5-7 %);

длина груженой ездки $l_{\text{гп}}$ - 7 (6-8 %);

тип покрытия (коэффициент сопротивления качению f - 31 (29-33 %);

среднее значение уклона на маршруте i - 15 (12-18 %);

помехонасыщенность маршрута (отношение средних скоростей на конкретном маршруте к скорости на дороге первой технической категории вне города) $П$ - 20 (19-21 %);

В данном примере уровень влияния объективных условий, действующих на все автомобили, составляет 66-73 %, а субъективных по отношению к конкретному автомобилю условий - 27-34 %.

2. Объективные факторы систематизируются и группируются по степени и механизму влияния на надежность автомобилей и, как следствие, - на затраты по обеспечению их работоспособности.

На автомобильном транспорте России принято учитывать следующие объективно действующие факторы:

- условия эксплуатации, характеризуемые типом дорожного покрытия (Д); рельефом местности (Р) и условиями движения (У) (таблицы 2.13, 2.14 и 2.16);

- тип (легковые, грузовые, автобусы), модификация и класс автомобиля (легковые – по рабочему объему двигателя, грузовые - по грузоподъемности, автобусы - по длине);

- природно-климатические условия;

- возраст автомобилей в парке с выделением девяти групп наработок, отнесенный к нормативному ресурсу автомобиля до первого капитального ремонта L_K , т.е. первая возрастная группа с наработкой до 0,25 L_K , вторая - 0,25-0,50, третья - 0,50-0,75, четвертая - 0,75-1,0, пятая - 1,0-1,25, шестая - 1,25-1,50, седьмая - 1,50-1,75, восьмая - 1,75-2,0, девятая - свыше 2,00 L_K .

- концентрация автомобилей на предприятии (размер парка, его разнотипность и разномарочность).

3. Каждый учитываемый фактор имеет идентификационные признаки, которые позволяют выделять специфические группы автомобилей, работающих в данных условиях. Например, для условий эксплуатации таких групп пять (таблица 2.16), для природно-климатических условий России - тоже (таблица 2.17), выделены районы с высокой агрессивностью окружающей среды.

4. Вносятся коррективы в нормативы технической эксплуатации.

Для корректирования нормативов технической эксплуатации автомобилей используются **ресурсный и оперативный методы**.

Главными задачами **ресурсного корректирования нормативов** являются:

- количественно учесть влияние объективно действующих идентифицированных факторов на нормативы ТЭА;

- оценить реальную потребность в ресурсах (персонал, оборудование, помещения, расход энергии, материалы и запасные части) с учетом условий эксплуатации;

- обеспечить сопоставимость трудоемкостей и затрат АТП на автомобили, работающие в разных условиях эксплуатации;

- иметь законное обоснование для контролирующих органов (налоговая и транспортная инспекция, прокуратура, местные администрации) при изменении себестоимости и тарифов.

При ресурсном корректировании в настоящее время признаны объективно действующими, т.е. идентифицированными, пять основных факторов (таблица 5.3).

Основной метод ресурсного корректирования - это изменение нормативов технической эксплуатации автомобилей с помощью коэффициентов корректирования для данных условий относительно эталонных.

Результирующий норматив для конкретных условий эксплуатации определяется по формуле:

$$H_p = H_э \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 = H_э \cdot k_p, \quad (5.14)$$

где $k_1 - k_5$ - коэффициенты корректирования; k_p - результирующий коэффициент корректирования, который для периодичности ТО и ресурса имеет ограничения $k_p \geq 0,5$; $H_э$ - норматив для эталонных условий. К эталонным условиям ($k_1 = 1$) относится.

1. Первая категория условий эксплуатации:

- тип дорожного покрытия (D_1) - асфальтобетонное и бетонное покрытие;

- рельеф местности (P_1, P_2, P_3) - равнинная, слабохолмистая и холмистая местность;

- условия движения ($У$) - за пределами города.

2. Базовая модель автомобиля (k_2).

3. Умеренный климатический район, умеренная агрессивность среды (k_3).

Таблица 5.3 – Ресурсное корректирование нормативов Тои ремонта автомобилей

Вид корректирования	Вариант корректирования	коэффициенты корректирования				
		Периодичность ТО	Трудоемкость		Ресурс до КР	Расход запасных частей
			ТО	ТР		
Условия эксплуатации K_1	Пять категорий	X 0,6 - -1	1	X 1 – 1,5	X 0,6 - 1	X 1 – 1,65
Модификация и условия работы автомобиля K_2	Восемь модификаций	1	X 1-1,25	X 1-1,25	X 1 – 0,75	X 1 – 1,3
Природно-климатические условия K_3	Семь климатических районов	X 0,8-1	1	X 0,9-1,3	X 0,7-1,1	X 0,8-1,4
Возраст автомобилей K_4	Девять возрастных групп	1	1	X 0,4-2,5	1	1
Размер парка и унификация автомобилей K_5	Пять вариантов размера парка и три технологические совместимые группы	1	X 0,8-1,3	X 0,8-1,3	1	1
Результующий коэффициент K_p	-	$K_1 \cdot K_3$	$K_2 \cdot K_5$	$K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5$	$K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$	$K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$
X – норматив подлежит корректированию						

4. Нарботка с начала эксплуатации 50-75 % от нормативного ресурса автомобиля до КР (K_4).

5. Размер парка 200-300 автомобилей трех технологически совместимых групп, для которых применимы одинаковые посты, оборудование и квалификация персонала при проведении ТО и ТР (K_5).

При проектировании и реконструкции производственно-технической базы в основном применяются рассмотренная система нормативов и их ресурсное корректирование. В ресурсное корректирование вносятся следующие

изменения и дополнения, конкретизированные в нормах технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта (ОНТП).

1. Так как проектируемая ПТБ может использоваться в течение 40 и более лет, то в расчете на повышение надежности, конструктивное совершенствование автомобилей, использование более эффективных технологий и организации ТО и ремонта применяются более жесткие проектные нормативы:

- расчетная периодичность ТО по разным типам автомобилей увеличивается на 15-30 %;

- расчетные ресурсы до капитального режима также увеличиваются;

- расчетные трудоемкости, а также нормативы простоя автомобиля в ТО и ТР сокращаются в 1,3-1,8 раза.

2. Детализируют поправочные коэффициенты k_2 , учитывающие модификацию подвижного состава (полноприводные автомобили, фургоны, автомобили-цистерны, полуприцепы и др.).

3. Детализируют группировку автомобилей по технологически совместимым группам (коэффициент k_5).

4. Учитывают при корректировании трудоемкости ТР условия хранения автомобилей. При этом трудоемкость ТР при открытом хранении увеличивается на 10 %.

Пример. Провести корректирование периодичности ТО-1 и ТО-2 для автомобиля ЗИЛ-4310, совершающего транспортную работу в городе Оренбурге на дорогах с асфальтобетонным покрытием с равнинным рельефом местности.

Решение:

Периодичность ТО для автомобилей определяется по формуле:

$$L_{\text{ТО-1}} = L^{\text{н}}_{\text{ТО-1}} \cdot k_1 \cdot k_3$$

где $L^{\text{н}}_{\text{ТО-1}}$ - нормативная периодичность ТО-1, для грузового автомобиля $L^{\text{н}}_{\text{ТО-1}} = 3000$ км;

k_1 – коэффициент, учитывающий категорию условий эксплуатации, (в соответствии с «Положением о ТО и ремонте ПС АТ» условия эксплуатации определяются исходя из типа дорожного покрытия, рельефа местности и условий движения);

тип дорожного покрытия – асфальтобетонное (D_1) (таблица 2.14);

рельеф местности – равнинный (P_1) (таблица 2.13);

условия движения – движение осуществляется в большом городе (более 100 тыс. жителей);

В соответствии с «Положением о ТО и ремонте ПС АТ» категория условий эксплуатации ($У$) – III (таблица 2.16) и $k_1 = 0,8$;

k_3 – коэффициент, учитывающий природно-климатические условия определяется по формуле:

$$k_3 = k_3' \cdot k_3''$$

где k_3' - коэффициент, учитывающий климатический район;
город Оренбург и Оренбургская область находится в умеренном климатическом районе (таблица 2.17) $k_3' = 1$;
 k_3'' - коэффициент, учитывающий агрессивность окружающей среды;
город Оренбург и Оренбургская область находится в зоне умеренной агрессивности окружающей среды $k_3'' = 1$;

$$k_3 = 1 \cdot 1 = 1.$$

Скорректированная периодичность ТО-1 с учетом условий эксплуатации автомобиля ЗИЛ-4310 равна

$$L_{\text{ТО-1}} = 3000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 2400 \text{ км.}$$

Скорректированная периодичность ТО-2 с учетом условий эксплуатации автомобиля ЗИЛ-4310 равна

$$L_{\text{ТО-2}} = 12000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 9600 \text{ км.}$$

Оперативное корректирование проводится непосредственно на АТП силами ИТС после внедрения на предприятии исходных нормативов ТЭА и ресурсного корректирования

Целями оперативного корректирования являются:

- учет специфических условий конкретного предприятия, группы автомобилей, маршрута (нагрузка, характер груза, маршруты движения, региональные требования и др.);
- повышение уровня технического состояния парка;
- более эффективное использование ресурсов ИТС (посты, оборудование, агрегаты, персонал).

Основным методом корректирования является совместный анализ фактически выполняемых на данном АТП операций ТО, диагностирования и возникающей при этом потребности в работах ТР, которые непосредственно связаны с режимами и качеством выполнения профилактических работ.

Исходными данными при оперативном корректировании, полученными из действующей на АТП системы учета и выборочных наблюдений за фактическим выполнением операций ТО и ремонта, являются:

- наработка на случай ТР l_m ;
- фактический коэффициент повторяемости данной операции при ТО k ;
- вариация наработки на случай ТР v_T ;
- наличие в требованиях на ТР операций, входящих в состав ТО;
- разовые затраты на выполнение операций ТО d и ремонта c ;
- периодичности видов ТО.

Рекомендуется применять расчетно-аналитический и табличный методы оперативного корректирования.

В первом случае рассмотренными ранее методами определяют периодичность конкретной операции ТО и относят ее к тому или иному виду ТО, принятому на АТП.

Во втором случае, который в табличной форме обобщает подобные расчеты для характерных исходных данных по l_m , v_T коэффициенту относительных затрат, равному отношению затрат при выполнении ТО к затратам при выполнении ремонта по потребности, $K_{\Pi} = d/c$, $L_{\text{ТО}}$, определяют интервал наработок $h l_m < L_{\text{ТО}} < h' l_m$ (таблица 5.4).

Если принятая на АТП периодичность укладывается в этот интервал, то соответствующую операцию ТР целесообразно проводить при ТО.

Например, средняя наработка на случай ТР $l_m = 19$ тыс. км, коэффициент вариации наработки $v_T = 0,6$, а коэффициент относительных затрат $K_{\Pi} = d/c = 0,25$. Эту операцию экономически целесообразно проводить в интервале наработки от $0,3l_m$ до $1,0l_m$, т.е. в интервале 5,7-19 тыс. км. Если в данном АТП приняты периодичности ТО-1 - 3 тыс. км, а ТО-2 - 12 тыс. км, то рассматриваемую операцию ТР можно включить в ТО-2 и нецелесообразно включать в ТО-1.

Таблица 5.4 – Примерные условия корректирования перечня и периодичности работ ТО

К _Π	Степень вариации		
	малая	средняя	большая
Менее 0,1	$0,10l_m < l < l_m$	$0,15l_m < l < l_m$	$0,20l_m < l < l_m$
0,1-0,2	$0,15l_m < l < l_m$	$0,20l_m < l < l_m$	$0,40l_m < l < l_m$
0,2-0,3	$0,25l_m < l < l_m$	$0,30l_m < l < l_m$	-
0,3-0,4	$0,35l_m < l < l_m$	$0,50l_m < l < l_m$	-
0,4-0,5	$0,45l_m < l < 0,95l_m$	-	-
0,5-0,6	$0,55l_m < l < 0,90l_m$	-	-
0,6 и более	-	-	-

При отсутствии данных по фактическим коэффициентам вариации наработки на случай ТР можно пользоваться рекомендациями, приведенными в таблице 5.5.

Оперативное корректирование может применяться при конкретизации и уточнении классификации условий эксплуатации, например, маршрутных автобусов, а также при обосновании целесообразности и периодичности важных профилактических воздействий, которые не укладываются по трудоемкости в принятую на АТП структуру системы ТО. Это так называемый предупредительный ремонт (или замена), например замена по наработке кислородного датчика системы нейтрализации отработавших газов, тормозных накладок автомобилей, участвующих в междугородных и международных перевозках; свечей зажигания, ремня распределительного вала и др.

Таблица 5.5 - Диапазоны значений коэффициентов вариации наработок на один случай текущего ремонта

Вид разрушений	Коэффициент вариации	Степень вариации
Износ трущихся пар (подшипники скольжения, поршневые кольца, гильзы цилиндров, фрикционные пары)	0,1-0,3	Малая
Усталостный излом при изгибе и кручении, износ подшипников скольжения. Поверхностное усталостное выкрашивание, разрушение зубчатых передач. Комплексное разрушение (сочетание износа, усталости, коррозии)	0,3-0,9	Средняя
Разрушение по причинам ослабления крепежных соединений. Отказы системы питания по причине засорения топливных жиклеров, форсунок, фильтров, магистралей. Отказы элементов электрооборудования по причине ослабления и коррозии токопроводящих контактов	0,7-0,9	Большая

5.6 Комплексные показатели оценки эффективности технической эксплуатации и надежности автомобилей

Автомобиль является сложным восстанавливаемым изделием и субъектом транспортного процесса, который может в определенные моменты времени находиться в одном из состояний: работать на линии, проходить ТО или ремонт, ожидать клиентуру и т.д. Вероятность перехода автомобиля из одного состояния в другое определяется по закономерностям марковского процесса с непрерывным временем.

При достаточно больших промежутках времени работы автомобиля или группы автомобилей эти вероятности, называемые в этом случае финальными, становятся достаточно стабильными (или близкими к стабильным) и характеризуют среднее время нахождения автомобилей в определенном состоянии (таблица 5.6), а суммарная продолжительность этих состояний составляет цикл $D_{\text{ц}} = D_{\text{з}} + D_{\text{н}} + D_{\text{р}}$. Цикл может быть кратковременным (сутки, неделя, месяц) или длительным: от года ($D_{\text{ц}} = D_{\text{г}}$) до проведения капитального ремонта ($D_{\text{ц}} = L_{\text{к}}$) или списания ($D_{\text{ц}} = L_{\text{а}}$). Стационарные показатели характеризуют:

- уровень работоспособности автомобиля или парка;
- взаимоотношения между инженерно-технической и перевозочной службами;
- эффективность работы инженерно-технической службы.

Таблица 5.6 – Стационарные состояния автомобилей

Техническое состояние автомобиля	Местонахождение	Процесс	Продолжительность, дни (смены, часы)
Исправен	На линии – в эксплуатации	Перевозочный	$D_э$
Исправен	В зоне хранения	Ожидание работы (выходные дни, отсутствие персонала)	$D_н$
Неисправен	В зоне ТО и ремонта	ТО, ремонт, ожидание ТО или ремонта	$D_р$

Основные показатели стационарного состояния автомобиля (парка):

$a_в$ - коэффициент выпуска, определяющий долю календарного времени, в течение которого автомобиль (или парк) фактически осуществляет транспортную работу на линии:

$$\text{автомобиля } a_в = \frac{D_э}{D_э + D_р + D_н} = \frac{D_э}{D_ц}, \quad (5.15)$$

$$\text{парка } a_в = \frac{AD_э}{AD_э + AD_р + AD_н} = \frac{AD_э}{AD_ц}, \quad (5.16)$$

где AD - число автомобилей, находящихся в зафиксированном состоянии определенное число дней (смен);

$a_т$ - коэффициент технической готовности (КТГ), определяющий долю рабочего времени, в течение которого автомобиль (парк) исправен и может быть использован в транспортном процессе:

$$\text{автомобиля } a_т = \frac{D_э}{D_э + D_р}, \quad (5.17)$$

$$\text{парка } a_т = \frac{AD_э}{AD_э + AD_р}, \quad (5.18)$$

$a_н$ - коэффициент нерабочих дней, определяющий долю календарного времени, в течение которого исправный автомобиль (группа автомобилей) не используется в транспортном процессе по организационным причинам

(выходные, отсутствие работы, персонала, забастовки, погодные-климатические условия):

$$a_n = \frac{D_n}{D_u}; \quad a_n = \frac{AD_n}{AD_u}. \quad (5.19)$$

Коэффициент технической готовности является одним из показателей, характеризующих работоспособность автомобиля и парков. Рассмотрим соотношение

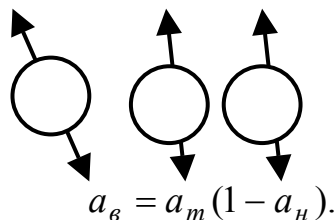
$$\frac{a_g}{a_m} = \frac{D_{\text{э}} + D_p}{D_{\text{э}} + D_p + D_n} = \frac{D_u - D_n}{D_u} = 1 - \frac{D_n}{D_u} = 1 - a_n, \quad (5.20)$$

откуда

$$a_g = a_m(1 - a_n). \quad (5.21)$$

Таким образом, коэффициент выпуска непосредственно зависит от коэффициента технической готовности и коэффициента нерабочих дней, а соотношение этих трех коэффициентов определяет вклад каждой из подсистем автомобильного транспорта в транспортный процесс и производительность автомобиля W_a и парка W_A . Для грузовых перевозок

$$W_a = 365a_m(1 - a_n)q \cdot \gamma \cdot \beta \cdot l_{cc}, \quad (\text{т}\cdot\text{км}/\text{год}) \quad (5.22)$$



где 1 - потенциальная производительность автомобиля; 2 - вклад в транспортную работу ИТС посредством предоставления для перевозок технически исправных автомобилей; 3 - вклад службы перевозок и управления (наличие заказов, организация перевозочного процесса, работа с клиентурой, организация движения, режимы работы предприятия и др.); q - номинальная грузоподъемность; γ - коэффициент использования грузоподъемности; β - коэффициент использования пробега автомобиля; l_{cc} - среднесуточный пробег.

Для парка автомобилей

$$W_A = A_{\text{И}}W_a, \quad \text{т}\cdot\text{км}/\text{год}, \quad (5.23)$$

где $A_{\text{И}}$ - инвентарное количество автомобилей в парке.

Связь коэффициента технической готовности с организацией технического обслуживания и ремонта, если числитель и знаменатель в формуле (5.17) разделить на $D_э$, определяется формулой

$$a_m = \frac{1}{1 + D_p / D_э}.$$

Продолжительность эксплуатационного цикла в днях зависит от планируемого пробега или наработки за цикл L_K и среднесуточного пробега l_{cc} : $D_э = L_K / l_{cc}$.

Простой на ТО и в ремонте за цикл D_p складывается из простоя в капитальном ремонте, если он производится, и простоя на ТО и ТР: $D_p = D_{КР} + D_{ТР,ТО}$. Простой в капитальном ремонте обычно нормируется в календарных днях, а простой на ТО и в ТР - в виде удельной нормы $d_{ТР}$ в днях на 1000 км пробега. Таким образом, $D_{ТР,ТО} = d_{ТР} L_K / 1000$. Следует обратить внимание, что основная доля простоев (до 85 – 95 %) приходится на текущий ремонт. Поэтому сокращение простоев в ремонте на АТП является для ИТС главным резервом увеличения $a_э$ и a_m .

Анализ коэффициента технической готовности с учетом дней ремонта и эксплуатации описывается следующим выражением:

$$\frac{D_p}{D_э} = \frac{D_p \cdot l_{cc}}{L_K} = B_p \cdot l_{cc},$$

где $B_p = D_p / L_K$ - удельные простои с потерей рабочего времени за цикл автомобиля во всех видах ТО и ремонта, дней/1000 км.

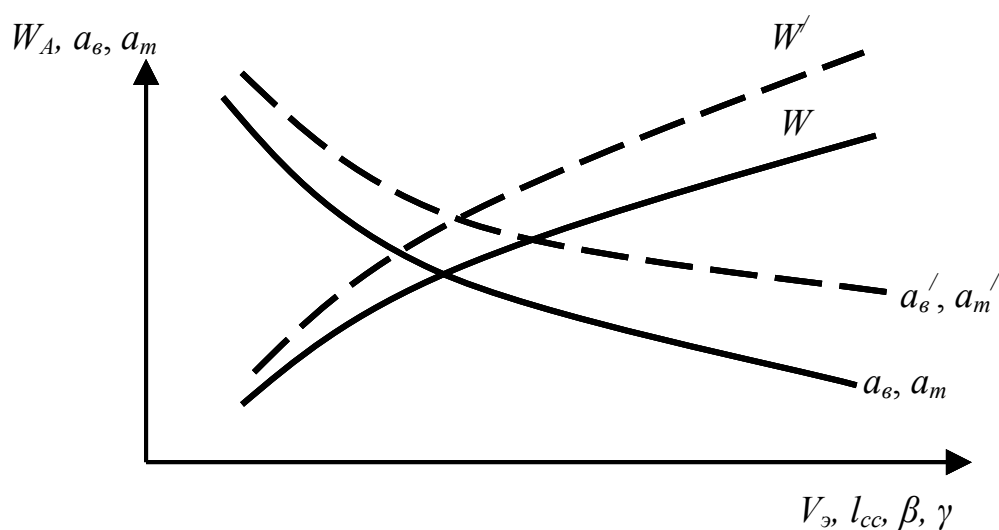


Рисунок 5.4 – Влияние интенсивности использования автомобилей на производительность и работоспособность

В этом случае

$$a_m = \frac{1}{1 + B_p \cdot l_{cc}} = \frac{1}{1 + B_p \cdot T_n \cdot V_{\varepsilon}}, \quad (5.24)$$

где V_{ε} - эксплуатационная скорость, км/ч; T_n - продолжительность рабочей смены (или времени наряда), ч.

В формуле (5.24) B_p определяет влияние ИТС на a_m , а l_{cc} , T_n и v_{ε} - интенсивности перевозочного процесса на коэффициент технической готовности, т.е. уровень работоспособности автомобиля и парка.

Из приводимых формул, рисунка 5.4 и таблицы 5.6 следует, что интенсификация использования автомобилей (рост V_{ε} , l_{cc} , β , γ , T_n) увеличивает производительность W , но объективно сокращает КТГ и увеличивает нагрузку на ИТС. Таким образом, повышенные и обоснованные требования к уровню работоспособности автомобилей (например, увеличение необходимого коэффициента технической готовности и выпуска или уровня линейной безотказности) вызывают дополнительные затраты ИТС (рисунок 5.7).

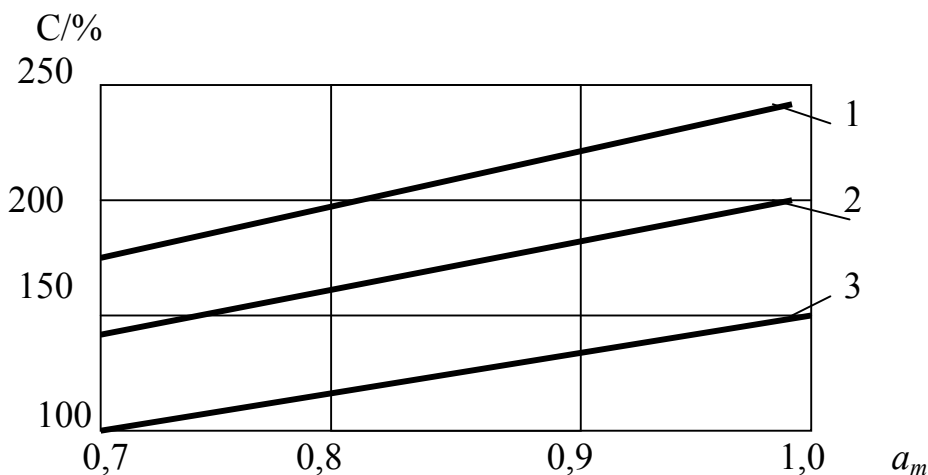


Рисунок 5.5 – Влияние коэффициента технической готовности и уровня линейной безотказности (1 - 3) на удельные затраты C городских пассажирских перевозок автобусом особо большой вместимости 1 – 100 %; 2 – 80 %; 3 – 60 %.

Поэтому при наличии спроса, определяющего возможность увеличения объема транспортной работы ΔW , следует:

- из ряда альтернативных (рост парка, изменение структуры и ТЭС автомобилей, увеличение КТГ, увеличение V_{ε} , l_{cc} , T_n , сокращение числа нерабочих дней и др.) выбрать способ увеличения W ;

- при принятии решения об увеличении уровня технической готовности, а также более интенсивного использования автомобилей (Δq , ΔV_{ε} , Δl_{cc} , Δa_m , $\Delta \gamma$) предусмотреть из дополнительного дохода от перевозочного процесса компенсацию ИТС, объективно определяемую ростом затрат (трудоемкость,

расход материалов и запасных частей, дополнительная потребность в площадях и др.).

Связь коэффициента технической готовности с показателями надежности автомобилей. Общий простой автомобиля с потерей рабочего времени за определенный период его работы складывается из n простоев в результате отказов различных агрегатов и систем. В этом случае средняя наработка на отказ, вызывающий простой автомобиля, $\bar{x}_{np} = L_{\kappa} / n$. Тогда при средней продолжительности одного простоя \bar{t}_{np} продолжительность простоя автомобиля за эксплуатационный цикл $D_p = \bar{t}_{np} \cdot n$ и, следовательно,

$$\frac{D_p}{D_{\varepsilon}} = \frac{\bar{t}_{np} \cdot n \cdot l_{cc}}{L_{\kappa}} = \frac{\bar{t}_{np} \cdot n \cdot l_{cc}}{\bar{x}_{np} \cdot n} = \frac{\bar{t}_{np} \cdot l_{cc}}{\bar{x}_{np}},$$

откуда на основании выражения (5.24) следует

$$a_m = \frac{1}{1 + l_{cc} \frac{\bar{t}_{np}}{\bar{x}_{np}}} = \frac{1}{1 + l_{cc} \cdot B_p} = \frac{1}{1 + l_{cc} \cdot \bar{t}_{np} \cdot \omega_{np}}, \quad (5.25)$$

где ω_{np} - параметр потока отказов, вызвавших простой автомобиля с потерей рабочего времени.

Из формулы (5.25) следует, что на a_m и B_p влияют:

\bar{t}_{np} - средняя продолжительность простоя в рабочее время автомобиля (когда устраняется отказ или неисправность), характеризующая уровень технологии и организации производства, а также приспособленность автомобиля и его агрегатов к ТО и ремонту (или эксплуатационная технологичность);

\bar{x}_{np} - средняя наработка на отказ, определяющая надежность автомобиля, условия эксплуатации, а также качество проведения ТО и ремонта;

l_{cc} - среднесуточный пробег, характеризующий условия и интенсивность эксплуатации автомобилей.

Кроме того, появляется возможность управления работоспособностью автомобилей на основе количественной оценки мероприятий, которые следует провести для обеспечения заданного уровня a_{ε} и a_m , т.е., в конечном итоге, работоспособности и производительности. Для достижения этого возможны два пути.

При решении прямой задачи изменение коэффициента технической готовности Δa_m диктуется необходимостью прироста объема перевозок и производительности автомобилей ΔW по схеме (без учета знаков):

$$\Delta W \longrightarrow \Delta a_{\varepsilon} \longrightarrow \Delta a_m \longrightarrow \Delta B_p \longrightarrow (\Delta x_{np}, \Delta t_{np}).$$

Обратная задача рассматривает конкретные мероприятия, проводимые ИТС и влияющие на повышение показателей эффективности, например коэффициента технической готовности, на производительность автомобиля и объем перевозок, т.е.:

$$(\Delta x_{np}, \Delta t_{np}) \rightarrow \Delta B_p \rightarrow \Delta a_m \rightarrow \Delta a_v \rightarrow \Delta W.$$

Подобные мероприятия должны влиять на изменение (увеличение) наработки на случай простоя (\bar{x}_{np}) и уменьшение продолжительности простоя (\bar{t}_{np}), т.е. сокращение B_p .

Из рисунка 5.6 видно, что удельный простой в ремонте определяется тангенсом угла наклона линии B_p к оси абсцисс, а переход от исходного значения B_p к необходимому B'_p возможен:

- при сокращении средней продолжительности простоя в ремонте (1) - улучшение ПТБ, механизация, совершенствование технологии и организации;
- при увеличении средней наработки на случай ремонта (3) - повышение качества ТО и ремонта, «омоложение» парка и др.;
- многочисленными комбинациями этих способов (2).

Иными словами, $B'_p = \bar{t}_{np}' / \bar{x}_{np}' = \bar{t}_{np}'' / \bar{x}_{np}''$ т.е. для ИТС появляются варианты решений.

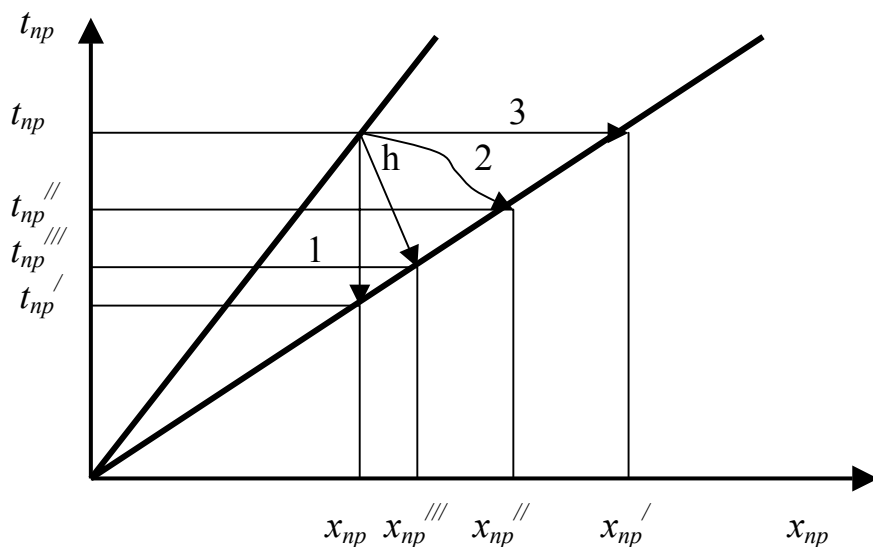


Рисунок 5.6 – Способы сокращения удельного простоя на ТО и в ремонте

При заданном изменении целевого показателя удельного простоя $B_p \rightarrow B'_p$ (рисунок 5.6) необходимые изменения целевых показателей по средней наработке \bar{x}_{np} и продолжительности простоя \bar{t}_{np} определяются следующим образом.

При изменении только t_{np} (траектория 1 на рисунке 5.6 $\bar{x}_{np} = \text{const}$):

$$\bar{t}'_{np} = \bar{t}_{np} \cdot B'_p / B_p.$$

При изменении только x_{np} (траектория 3 на рисунке 5.6 $\bar{t}_{np} = \text{const}$):

$$\bar{x}'_{np} = \bar{x}_{np} \cdot B_p / B'_p$$

При кратчайшей траектории от B_p к B'_p (h на рисунке 5.6):

$$h = t_{np} \cdot \cos \beta (1 - B'_p / B_p),$$

где $\text{tg} \beta = B'_p / B_p = \bar{t}'_{np} / \bar{x}'_{np} = t'_{np} / \bar{x}_{np} = \bar{t}'''_{np} / \bar{x}'''_{np}$.

Например, при $B_p = 0,3$ дня/1000 км; $B'_p = 0,2$ дня/1000 км; $\bar{t}_{np} = 0,45$ дня
и $\bar{x}_{np} = 1,5$ тыс. км.

При кратчайшей траектории $\bar{t}'''_{np} = 0,31$ дня, $\bar{x}'''_{np} = 1,55$ тыс. км,

$$B'_p = 0,31 / 1,55 = 0,2 \text{ дня/1000 км.}$$

Рациональная траектория определяется соотношением затрат на необходимые изменения целевого показателя

$$Z = \Delta ЦП(x, t) \cdot \Delta Z(x, t) \quad (5.26)$$

где $\Delta ЦП(x, t)$ - необходимые изменения целевых показателей для \bar{x}_{np} и \bar{t}_{np} , $\Delta Z(x, t)$ - удельные затраты на изменение (увеличение или сокращение) целевых показателей.

Если в рассмотренном примере $\Delta Z(x)$ составляет 1,2 тыс. р.е. при увеличении наработки на ремонт на 1 тыс. км, а $\Delta Z(t) = 0,75$ р.е. при сокращении простоя в ремонте на 0,1 смены, то затраты соответственно составят:

- при изменении только наработки

$$Z_1 = (\bar{x}'_{np} - \bar{x}_{np}) \cdot \Delta Z(x) = (2,25 - 1,5) \cdot 1,2 = 0,9 \text{ тыс. р.е.};$$

- при изменении только продолжительности простоя

$$Z_2 = (\bar{t}_{np} - \bar{t}'_{np}) \cdot \Delta Z(t) = (0,45 - 0,3) \cdot 10 \cdot 0,75 = 1,125 \text{ тыс. р.е.};$$

- при кратчайшей траектории

$$Z_1 = (\bar{x}_{np}^{///} - \bar{x}_{np}) \cdot \Delta Z(x) + (\bar{t}_{np} + \bar{t}_{np}^{///}) \Delta Z(t) = (1,55 - 1,5)1,2 + (0,45 - 0,3)10 \cdot 0,75 = 1,1 \text{ тыс. р.е}$$

Следовательно, в рассмотренном примере по экономическим критериям предпочтительным является вариант увеличения наработки на случай простоя автомобиля в ремонте, что характерно для складывающихся соотношений \bar{t}_{np} и \bar{x}_{np} .

Поэтому, как правило, при небольшой начальной наработке \bar{x}_{np} , т.е. низком уровне эксплуатационной надежности (рисунок 5.7), наибольший эффект по сокращению удельного простоя и соответственно увеличению коэффициента технической готовности дает увеличение наработки, т.е. качества ТО и ремонта. Влияние на удельный простой продолжительности ремонта линейно, поэтому мероприятия по сокращению продолжительности ремонта, требующие, как правило, больших капиталовложений и времени для реализации, можно проводить на следующем этапе.

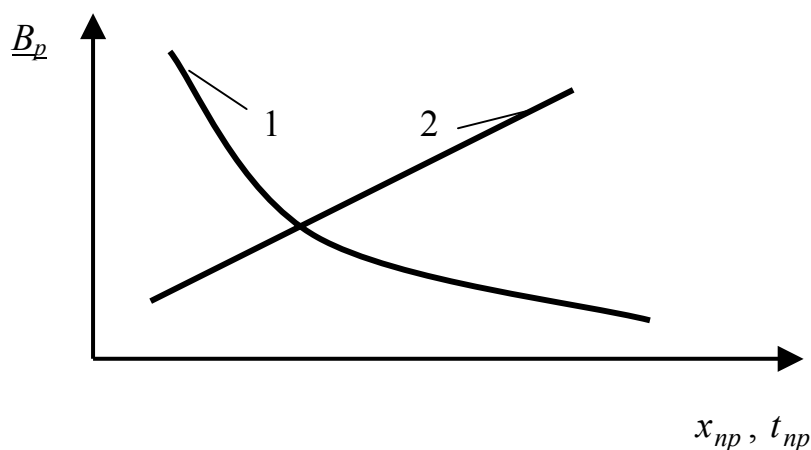


Рисунок 5.7 – Влияние наработки на случай простоя (1) и продолжительности простоя (2) на удельный простой на ТО и в ремонте B_p

Вопросы для самоконтроля

1. Какие основные требования предъявляются к системе ТО и ремонта автомобилей?
2. Опишите влияние системы ТО и ремонта на эффективность технической эксплуатации автомобилей. Опишите главные факторы, обеспечивающие систему ТО и ремонта автомобилей.
3. Опишите схему разработки системы ТО и ремонта автомобилей.
4. Опишите формирование структуры ТО методом группировки по стержневым операциям.
5. Опишите формирование структуры ТО технико-экономическим методом.
6. Опишите формирование структуры ТО экономико-вероятностным методом.

7. Опишите формирование структуры ТО методом естественной группировки.

8. Охарактеризуйте фирменные системы ТО и ремонта автомобилей.

9. Приведите основные показатели и нормативы при планировании и организации ТО и ремонта автомобилей.

10. Опишите учет условий эксплуатации при ТО и ремонте автомобилей.

Какие методы используют для корректирования нормативов ТЭА?

11. Опишите ресурсный метод корректирования нормативов ТЭА.

12. Опишите оперативный метод корректирования нормативов ТЭА.

13. Приведите комплексные показатели оценки эффективности технической эксплуатации и надежности и охарактеризуйте их.

14. Опишите связь коэффициента технической готовности с показателями надежности автомобилей.

6 Основные положения технологии технического обслуживания и ремонта автомобилей

6.1 Понятие о технологическом процессе

Результаты исследований надежности автомобилей, систематизированные в виде соответствующих рекомендаций (система ТО и ремонта, виды ТО и ремонта, нормативы периодичности ТО и ресурса агрегатов, перечни операций ТО и ремонта и др.) определяют необходимость выполнения определенных видов работ по ТО и ремонту с целью обеспечения работоспособности автомобилей. Такие технические воздействия можно выполнить различными способами (последовательность, оборудование, персонал и т.д.), т.е. применяя соответствующую технологию, устанавливающую, как при техническом обслуживании и ремонте следует обеспечивать необходимый уровень технического состояния автомобилей

При этом для выполнения операций технического обслуживания или ремонта определяется когда (периодичность ТО, ресурс) и что (операция смазки, регулирования, замены и др.) необходимо сделать. Важно также знать потребность в трудозатратах и ее вариацию, чтобы правильно определить численность и квалификацию персонала, вклад трудозатрат в себестоимость операций и услуг, который на автомобильном транспорте достигает 30-45%.

Трудоемкость (t) - это затраты труда на выполнение в заданных условиях операции или группы операций ТО или ремонта. Трудоемкость измеряется в нормо-единицах (человеко-часах, человеко-минутах, человеко-часах). Трудоемкость 25 чел.-мин означает, что соответствующую операцию в оговоренных условиях (оборудование, оснастка, освещение и др.) исполнитель необходимой квалификации в среднем должен выполнить за 25 мин. Если одновременно эту работу могут выполнять несколько исполнителей (P), то средняя продолжительность выполнения сокращается и составляет $t_c = t/\varepsilon \cdot P$, где ε - коэффициент, определяющий возможность совместной работы исполнителей, $0 < \varepsilon \leq 1$.

Различают нормативную и фактическую трудоемкость.

Нормативная трудоемкость является официальной юридической нормой, принятой на данном предприятии, фирме и т.д., используется для определения численности исполнителей; оплаты труда исполнителей (тарифная ставка, руб./ч); расчетов с клиентурой.

Фактическая трудоемкость - затраты труда на выполнение конкретной операции конкретным исполнителем является случайной величиной и может отличаться от нормативной.

В общем виде **технология** (от греч. *techne* - искусство, мастерство, умение + *logos* - понятие, учение, наука, сфера знаний) представляет собой совокупность знаний о способах и средствах изменения или обеспечения заданных состояния, формы, свойства или положения объекта воздействия.

Операция - это комплекс последовательных действий по обслуживанию агрегата или группы агрегатов автомобиля (например, смена масла в картере двигателя, регулировка сцепления и др.).

Применительно к ТЭА цель технологии - обеспечить заданный уровень работоспособности автомобиля или парка наиболее эффективными способами.

Процесс - это определенная законченная совокупность воздействий, оказываемых планомерно и последовательно во времени и пространстве на конкретный объект. Таким образом, под технологическим процессом ТО автомобиля понимается определенная последовательность выполнения работ и операций, имеющих своей целью поддержание работоспособности автомобиля. В технологических процессах ТО и ремонта определены объекты воздействия (автомобиль, агрегат, система, узел, деталь, соединение или материал), место, содержание, последовательность и результат проводимых воздействий, их трудоемкость, требования к оборудованию, квалификации персонала и условиям труда.

Совокупность технологических процессов представляет собой производственный процесс предприятия. Оптимизация технологических процессов позволяет применительно к конкретным условиям производства определить наилучшую последовательность выполнения работ, обеспечивая высокую производительность труда, максимальную сохранность деталей, экономически оправданный выбор средств механизации и диагностики.

Завершенная часть технологического процесса одним или несколькими исполнителями на одном рабочем месте называется **технологической операцией** (чаще - операцией).

Часть операции, характеризующаяся неизменностью оборудования или инструмента, называется **переходом**.

Переходы технологического процесса могут быть расчленены на движения исполнителя. Совокупность этих движений представляет собой **технологический прием**.

Территория помещения, предназначенная для выполнения одной или нескольких однородных работ или операций процесса ТО или ремонта, оснащенная приборами, приспособлениями, инструментами и другим оборудованием, называется **рабочим постом**.

Производственный участок на рабочем посту, обслуживаемый одним рабочим, называется **рабочим местом**. Рабочий пост может состоять из одного или нескольких рабочих мест.

Для выполнения технологических процессов необходимы технологическое оборудование, оснастка, инструмент.

Технологическое оборудование - это орудия производства ТО и ремонта автомобилей, используемые при выполнении работ от начала до окончания технологического процесса. Оборудование подразделяется на специализированное, изготавливаемое непосредственно для целей технической эксплуатации автомобилей (моечные машины, подъемники, диагностические приборы, смазочно-заправочные устройства и пр.), и общего назначения (металлорежущие и деревообрабатывающие станки, прессы, кран-балки и пр.).

По назначению технологическое оборудование подразделяется на подъемно-осмотровое, подъемно-транспортное, специализированное для ТО и специализированное для ТР.

Первая группа включает оборудование и устройства, обеспечивающие удобный доступ к агрегатам, механизмам и деталям, расположенным снизу и сбоку автомобиля. Сюда входят осмотровые канавы, эстакады, подъемники, опрокидыватели, гаражные домкраты.

Вторая группа включает оборудование для подъема и перемещения агрегатов, узлов и механизмов автомобиля. Это передвижные краны, электротельферы, кран-балки, грузовые тележки и конвейеры.

Третья группа - это оборудование, предназначенное для выполнения конкретных технологических операций ТО: уборочно-моечных, крепежных, смазочных, диагностических, регулировочных, заправочных.

Четвертая группа - оборудование, предназначенное для выполнения технологических операций ТР: разборочно-сборочных, слесарно-механических, электротехнических, кузовных, сварочных, медницких, шиномонтажных, вулканизационных и т.д.

Отдельные виды наиболее распространенного оборудования представлены в следующей главе, с видами работ, для которых это оборудование предназначается.

Технологическая оснастка - орудия и средства производства, добавляемые к технологическому оборудованию для выполнения определенной части технологического процесса.

На автомобильном транспорте действуют следующие виды норм:

- **дифференцированные** (пооперационные), устанавливаемые на отдельные операции или их части - переходы (смена масла; регулирование клапанного механизма; замена свечи и т.д.);

- **укрупненные** - на группу операций, вид ТО и ремонта (мойка, крепежные работы при ТО-1 или ТО-2, замена ведомого диска сцепления и т.д.);

- **удельные**, относимые к пробегу автомобиля, чел.·ч/1000 км (нормирование текущего ремонта).

Норма трудоемкости t_n складывается из следующих составляющих:

$$t_n = (t_{оп} + t_{п.з} + t_{обс} + t_{отд})K \quad (6.1)$$

Оперативное время $t_{оп}$, необходимое для выполнения производственной операции, подразделяется на основное $t_{ос}$ и вспомогательное $t_{всп}$. В течение основного (или технологического) времени осуществляется собственно операция, например регулирование тормозов, замена масла в агрегате, снятие агрегата с автомобиля и т.д. Вспомогательное время необходимо для обеспечения возможности выполнения операции, например время установки автомобиля на пост ТО или ремонта, обеспечение доступа к объекту обслуживания или ремонта и т.д.

Подготовительно-заключительное время $t_{п.з}$ необходимо для ознакомления исполнителя с порученной работой, подготовки рабочего места и инструмента, материалов, сдачи наряда и др.

Время обслуживания рабочего места $t_{обс}$ необходимо для ухода за рабочим местом и применяемым инструментом или оборудованием (уборка, смена инструмента, размещение оборудования и приспособлений и т.д.).

В норме трудоемкости учитывается также необходимость перерыва на отдых и личные надобности $t_{отд}$.

Время на обслуживание рабочего места, перерывы на отдых и личные надобности называется дополнительным.

Коэффициент повторяемости K учитывает вероятность выполнения, помимо контрольной, и исполнительской части операции.

Для определения фактического времени (трудоемкости выполнения операций) ТО и ремонта используются различные методы нормирования.

Фактическое время (или трудоемкость) выполнения операций ТО и ремонта является случайной величиной, имеющей значительную вариацию, зависящую от технического состояния и срока службы автомобиля, условий выполнения работы, применяемого оборудования, квалификации персонала и других факторов. Например, условная продолжительность выполнения однотипных операций ТО и ремонта у рабочих 1-, 2-, 3-, 4- и 5-го разрядов изменяется соответственно следующим образом: 1; 0,79; 0,71; 0,64; 0,61. Поэтому норма относится к определенным оговоренным условиям, например типовым (типовая норма), конкретным условиям группы предприятий (внутриведомственная норма) или данного предприятия (внутрихозяйственная или местная норма). Типовые пооперационные нормы приводятся в соответствующих справочниках.

Нормативы трудоемкости ограничивают трудоемкость сверху, т.е. фактическая трудоемкость должна быть не больше нормативной при условии качественного выполнения работ.

При определении или изменении норм используют так называемую фотографию рабочего времени, хронометражные наблюдения, метод микроэлементных нормативов времени.

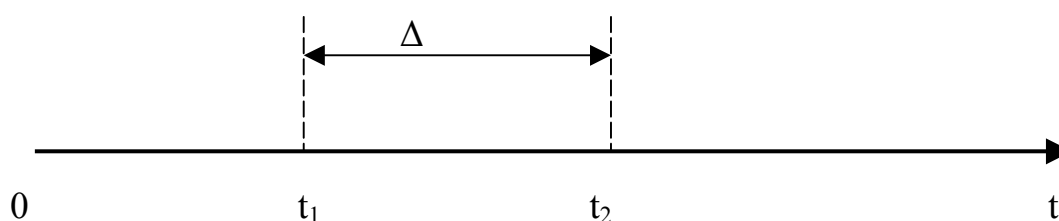


Рисунок 6.1 – Точность хронометражных наблюдений

где t – время выполнения операции; t_1 , t_2 – нижняя и верхняя границы среднего выборочного времени выполнения операции соответственно; Δ – интервал, в котором с установленной вероятностью находится среднее время выполнения операции.

При хронометражных и других наблюдениях определяется оперативное время, а остальные нормы назначаются (в зависимости от особенностей операции, тяжести и условий труда) в процентах от оперативного (a_i)

$$t_n = K \cdot t_{on} \left(1 + \frac{a_{n.з} + a_{обс} + a_{омд}}{100}\right) \quad (6.2)$$

где $a_{n.з}$, $a_{обс}$, $a_{омд}$ – соответственно норма подготовительно-заключительного времени (для слесаря – ремонтника по отношению к оперативному времени 3,5 %), времени обслуживания рабочего места (для слесаря – ремонтника по отношению к оперативному времени 2,5 %) и времени перерыва на отдых и естественные нужды в % (для слесаря – ремонтника по отношению к оперативному времени 6 %).

При использовании метода микроэлементных нормативов (МЭН):

- операции ТО и ремонта разбивают на простейшие движения и действия оператора (взять предмет на расстоянии 1 м массой 5 кг и перенести его на расстояние 3 м и т.д.);

- эти простейшие движения (их порядка 100-150) нормируют в относительных или абсолютных единицах – микроэлементных нормативах, содержащихся в справочниках;

- все микроэлементные нормативы, составляющие определенную операцию, суммируются и определяется микроэлементная норма времени операции;

- определяют фактическую норму времени.

Преимущества метода МЭН – возможность нормирования без проведения объемных и дорогостоящих хронометражных наблюдений; возможность использование программного и компьютерного оснащения; возможность проведения сравнительного анализа различных вариантов организации и технологии выполнения сложных работ.

Основным недостатком является необходимость определения взаимосвязи (коэффициента) от перехода от микроэлементной нормы к натуральной, который зависит от вида и условий выполнения работ.

6.2 Классификация предприятий автотранспортного комплекса

Автомобиль является сложным объектом труда. При проведении ТО и особенно ТР требуется выполнять многие виды работ от уборочно-моечных до сварочных и окрасочных. Некоторые виды работ по технологии и мерам производственной безопасности несовместимы и должны выполняться на разных производственных участках. Для некоторых видов работ требуются узкопрофильные специалисты.

Места технологических воздействий при ТО и ремонте могут быть сбоку, снизу автомобиля, внутри салона и т.д. Это выдвигает требования к расположению исполнителей, последовательности операций, которые

необходимо выполнить при минимальном перемещении объекта. Взаимосвязь перечисленных и ряда других факторов характеризует совершенство технологического процесса.

Для поддержания автомобилей в работоспособном состоянии, их хранения, заправки эксплуатационными материалами существуют предприятия различной функциональной направленности. В зависимости от выполняемых функций эти предприятия подразделяются на автотранспортные, автообслуживающие и авторемонтные.

«Положением о ТО и ремонте ПС АТ», которое является обязательным для организаций автомобильной и смежных отраслей промышленности серийного производства подвижного состава, запасных частей и эксплуатационных материалов обеспечения установленных нормативов и взаимодействия с организациями и предприятиями автомобильного транспорта и авторемонтного производства, оговорено техническое обслуживание новых и капитально отремонтированных автомобилей и агрегатов в период обкатки (начальный период эксплуатации) производится согласно указаниям автомобильных, моторных и авторемонтных заводов. Техническое обслуживание и ремонт автомобильных шин производятся в соответствии с действующими Правилами эксплуатации автомобильных шин, утверждаемыми в установленном порядке.

Организации и предприятия автомобильной и смежных отраслей промышленности:

- проводят единую политику и несут ответственность за технический уровень и качество выпускаемой продукции, за наиболее полное удовлетворение потребностей автомобильного транспорта страны в необходимом подвижном составе, запасных частях, эксплуатационных материалах высокого качества и надежности, требуемого типажа и номенклатуры, приспособленных к различным условиям эксплуатации и в количествах в соответствии с установленными нормативами;

- проводят мероприятия по повышению надежности подвижного состава, снижению трудовых и материальных затрат на техническое обслуживание и ремонт;

- проводят унификацию подвижного состава с целью сокращения количества технологически совместимых групп на автотранспортных предприятиях;

- в случае необходимости разрабатывают конструкции, изготавливают образцы и организуют промышленное производство нестандартного оборудования, оснастки и специального инструмента для технического обслуживания и ремонта конкретных семейств подвижного состава;

- принимают непосредственное участие в освоении автомобильным транспортом подвижного состава новых моделей путем своевременного обеспечения автотранспортных и авторемонтных предприятий технической документацией, образцами нестандартного оборудования, оснастки, специального инструмента, запасными частями и эксплуатационными

материалами, необходимыми для организации технического обслуживания и ремонта;

- организуют или содействуют организации на промышленной основе капитального ремонта агрегатов и узлов конкретных семейств подвижного состава и восстановления отказавших деталей в качестве товарной продукции;

- осуществляют мероприятия по рациональному использованию топливно-энергетических ресурсов и защите окружающей среды при работе автомобильного транспорта;

- содействуют созданию единой информационной базы на основе опорных (экспериментальных) автотранспортных и авторемонтных предприятий, необходимой для управления надежностью подвижного состава.

Организации и предприятия, эксплуатирующие подвижной состав автомобильного транспорта:

- осуществляют единую политику в области технического обслуживания и ремонта автомобилей;

- обобщают передовой опыт, разрабатывают и широко применяют прогрессивные формы и методы организации, управления и технологии технического обслуживания и ремонта на основе: кооперации, концентрации и специализации с централизованным управлением производством, трудовыми и материальными ресурсами; бригадной формы организации с оплатой труда по конечному результату; обеспечения персональной ответственности исполнителей за качество выполнения работ и техническое состояние подвижного состава;

- проводят мероприятия и осуществляют контроль за: качеством выполнения технического обслуживания и ремонта; выполнением требований безопасности к техническому состоянию автотранспортных средств и применением методов его проверки в соответствии с действующими государственными стандартами и другими нормативно-техническими документами; проведением мероприятий по экономному расходованию топливно-энергетических, материальных и трудовых ресурсов и защите окружающей среды при работе автомобильного транспорта;

- принимают меры по рациональному распределению подвижного состава, запасных частей, эксплуатационных материалов, оборудования и оснастки, необходимых для своевременного и качественного выполнения технического обслуживания и ремонта;

- разрабатывают и широко применяют принципы хозяйственного расчета между предприятиями и подразделениями служб автомобильного транспорта;

- проводят работы по своевременной подготовке предприятий и организаций автомобильного транспорта к эксплуатации автомобилей новых моделей;

- проводят мероприятия по совершенствованию и эффективному использованию производственно-технической базы, механизации и автоматизации производственных процессов, широкому применению средств

контроля и диагностирования;

- обеспечивают своевременное направление составных частей подвижного состава в капитальный ремонт;

- сбор и хранение отработавших деталей и передачу их на восстановление специализированным предприятиям;

- проводят унификацию и типизацию технологических решений при техническом обслуживании и ремонте автомобилей;

- осуществляют мероприятия по научной организации труда, сокращению тяжелого физического и ручного труда, а также по улучшению условий труда персонала по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава;

- совершенствуют организацию и методы подготовки высококвалифицированного персонала служб и подразделений, обеспечивающих исправное состояние и надежность подвижного состава;

- совершенствуют систему оплаты труда, принципы моральной и материальной заинтересованности;

- организуют на специально выделяемых опорных автотранспортных и авторемонтных предприятиях проведение работ по оценке уровня совершенства конструкции и надежности подвижного состава и созданию информационной базы, необходимой для разработки требований к промышленности и авторемонтному производству, нормативов и рекомендаций по совершенствованию технического обслуживания и ремонта;

- вносят основному разработчику предложения по разработке и уточнению нормативов настоящего Положения по мере совершенствования конструкции подвижного состава и выпуска новых моделей, улучшения организации и технологии технического обслуживания и ремонта, изменения условий эксплуатации.

Организации и предприятия авторемонтного производства:

- повышают качество капитального ремонта агрегатов и узлов подвижного состава;

- расширяют номенклатуру ремонтируемых составных частей подвижного состава, а также восстанавливаемых деталей в качестве товарной продукции;

- сокращают затраты и время проведения капитального ремонта.

Организации и предприятия автомобильного транспорта, промышленности и авторемонтного производства:

- тесно взаимодействуют в проведении мероприятий по обеспечению высокой надежности подвижного состава, снижению расхода топливно-энергетических, трудовых и материальных ресурсов, повышению производительности труда при техническом обслуживании и ремонте, на основе единой информации, получаемой на опорных автотранспортных и авторемонтных предприятиях в условиях рядовой эксплуатации;

- оперативно реализуют взаимные требования по совершенствованию конструкции, структуры парка и типажа подвижного состава, повышению его надежности и приспособленности к различным условиям эксплуатации,

улучшению номенклатуры и качества запасных частей и эксплуатационных материалов, совершенствованию технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Показатели взаимодействия организаций и предприятий автомобильного транспорта, промышленности и авторемонтного производства устанавливаются и регламентируются руководящими и методическими указаниями, утверждаемыми в установленном порядке.

Автотранспортные предприятия предназначены для перевозки грузов или пассажиров, а также выполнения работ по ТО, ТР, хранению и материально-техническому обеспечению подвижного состава.

По характеру перевозок и типу подвижного состава АТП делятся на легковые таксомоторные, легковые по обслуживанию учреждений и организаций, автобусные, грузовые, смешанные (выполняют как грузовые, так и пассажирские перевозки) и специальные, т. е. скорой медицинской помощи, коммунального обслуживания и т. п.

По целевому назначению, характеру производственно-хозяйственной деятельности и подчиненности различают следующие основные АТП: общего пользования (подчиняются министерству транспорта), ведомственные (например, подчиняются МЧС) и других форм собственности (подчиняются товариществу, частному предпринимателю, обществу с ограниченной ответственностью и т.п.).

По организации производственной деятельности АТП подразделяются на:

- **комплексные** АТП осуществляют транспортную работу, хранение и все виды ТО и ТР подвижного состава. Размер таких АТП зависит в основном от численности и типа подвижного состава. Сложившийся размер комплексных АТП имеет широкий диапазон: для грузовых – от 100 до 800 и более единиц подвижного состава, для автобусных – от 100 до 500, для легковых таксомоторных – от 200 до 1100 единиц.

Данный этап развития автомобильного транспорта характеризуется концентрацией подвижного состава на АТП общего пользования, созданием крупных комплексных АТП (автокомбинатов) с числом автомобилей от 600 до 1500 и более и их специализацией по виду перевозок и типу подвижного состава;

- **кооперированные** АТП, к которым относятся предприятия, входящие в состав производственного автотранспортного объединения (ПАТО), деятельность которых осуществляется с учетом централизации транспортной работы, а также полной или частичной централизации производства работ по ТО и ТР подвижного состава. ПАТО организуется путем объединения в отдельном административном регионе предприятий аналогичного назначения. Обычно оно состоит из базового наиболее передового и технически хорошо оснащенного предприятия и подчиненных ему предприятий – филиалов объединения. На головном предприятии выполняются наиболее трудоемкие и сложные виды ТО и ТР подвижного состава, а в филиалах осуществляется хранение, ЕО, ТО-1 и мелкий ТР. Такой тип предприятий способствует

приближению подвижного состава к потребителям (сокращению нулевых пробегов), эффективному использованию производственно-технической базы (ПТБ) и повышению качества ТО и ТР, а также ликвидации малоэффективных мелких предприятий. В состав объединения могут входить ремонтные мастерские, выполняющие отдельные виды ТР (ремонт агрегатов, электрооборудования, кузовные работы и пр.), и базы централизованного технического обслуживания. При этом границы хозяйственной самостоятельности предприятий, входящих в объединение, весьма различны и определяются с учетом конкретных условий работы ПАТО. По типу подвижного состава ПАТО подразделяются на грузовые, автобусные и таксомоторные и имеют от 600 до 2000 и более единиц подвижного состава;

- **автообслуживающие** предприятия является специализированным АТП, выполняющим лишь производственные функции по ТО и ремонту подвижного состава.

К автообслуживающим предприятиям относятся базы централизованного обслуживания, станции технического обслуживания (СТО), автосервисы, гаражи-стоянки (гостиницы для автотуристов, мотели, кемпинги), а также автозаправочные станции;

- **базы централизованного технического обслуживания (БЦТО)** предназначены для централизованного выполнения сложных видов ТО и крупного текущего ремонта подвижного состава, эксплуатируемого небольшими по размеру АТП.

В объем ремонтных работ, выполняемых базами, входит замена агрегатов, требующих капитального ремонта, на агрегаты, отремонтированные на авторемонтном предприятии и находящиеся в централизованном оборотном фонде базы. Кроме того, на базах может быть организован централизованный ремонт отдельных механизмов, узлов, агрегатов и приборов автомобилей.

Величина базы измеряется количеством приписанных к ней автомобилей, которое, по современным данным, должно примерно составлять от 1000 до 2000 автомобилей. В зависимости от типа приписанного подвижного состава базы могут быть предназначены для грузовых автомобилей, автобусов или легковых автомобилей;

- **станции технического обслуживания и автосервисы** предназначены для выполнения как отдельных работ, так и всего объема (по видам), ТО, ремонт автомобилей и снабжение их запасными частями, принадлежностями и эксплуатационными материалами. Такие предприятия в основном организуются для обслуживания автомобилей индивидуальных владельцев, однако в последнее время наблюдается тенденция предоставления услуг для юридических лиц, имеющих в своей собственности несколько автомобилей.

Обычно размер СТО определяется числом одновременно обслуживаемых автомобилей (рабочих постов). Размер городских СТО обычно равен 10-30 и более рабочих постов, а дорожных 1-5 постов.

Так например, Камский и Волжский автозаводы для выпускаемых автомобилей создают заводскую сеть обслуживающих предприятий, так называемые автомобильные центры, предназначенные для: учета парка

автомобилей и двигателей, наблюдения за их технической эксплуатацией и контроля рационального использования запасных частей; выявления потребностей в запасных частях и распределения их между АТП; создания и поддержания обменного фонда узлов и агрегатов; рассмотрения претензий и оказания помощи АТП по устранению неисправностей в гарантийный период эксплуатации и по подготовке и обучению специалистов; оказания помощи транзитным автомобилям;

- **гаражи-стоянки (ГС)** являются предприятиями, предназначенными для хранения автомобилей, которые могут выполнять техническое обслуживание автомобилей и снабжение их эксплуатационными материалами.

Гаражи-стоянки общего пользования предназначены преимущественно для хранения автомобилей индивидуальных владельцев. Такие стоянки могут быть домовыми, квартальными и районными, устраиваемыми в виде специальных зданий или открытых площадок. Стоянки этого типа строят также для временного хранения автомобилей в местах большого их скопления и для разгрузки улиц и площадей города (например, у стадионов, вокзалов). К этому типу предприятий относятся автогостиницы (мотели) и кемпинги – гаражи-стоянки для временного хранения автомобилей туристов.

Мотели и кемпинги предназначаются в основном для обеспечения автотуристов условиями для отдыха и услугами по содержанию автомобилей. Мотели сооружают на дорогах и вблизи крупных городов, а кемпинги – в местах массового отдыха;

- **автозаправочные станции (АЗС)** являются предприятиями по снабжению автомобилей эксплуатационными материалами, преимущественно топливом, а также маслами, консистентными смазками, водой, антифризом, могут предоставлять услуги по заправке шин.

Обычно станции специализируются по роду автомобильного топлива: бензиновые, дизельные, газобаллонные.

Станции АЗС подразделяются на городские и придорожные. Величина заправочных станций измеряется максимальным суточным количеством заправок, соответствующим для городских станций от 500 до 2000 и для придорожных от 500 до 1000 заправок;

- **пассажирские автостанции и автовокзалы** предназначены для обслуживания междугородных и межрайонных автобусных и таксомоторных сообщений. Автостанции сооружают в городах, населенных пунктах, а также на отдельных участках дорог с относительно малой интенсивностью движения автобусов. Автовокзалы, как правило, сооружают в крупных городах, где концентрируются конечные пункты междугородных автобусных сообщений. Пропускная способность автостанций и автовокзалов определяется суточным числом отправок пассажиров;

- **грузовые автостанции** предназначаются для сбора, хранения, комплектования и экспедирования грузов. Размер станций определяется грузооборотом и вместимостью складов;

- авторемонтные предприятия являются также специализированными предприятиями, производящими капитальный ремонт (восстановление) автомобилей и агрегатов.

К ним относятся авторемонтные и агрегаторемонтные заводы и базы централизованного ремонта узлов агрегатов, авторемонтные мастерские, шиноремонтные мастерские или заводы, аккумуляторные зарядно-ремонтные станции и специализированные цехи.

В настоящее время объемы заказов на ремонт автомобилей в целом незначительны. Больше распространение получили специализированные ремонтные предприятия под конкретный агрегат, например двигатель, автоматическую коробку передач, шины.

Специализированные мастерские и цехи выполняют ремонт узлов и механизмов автомобиля, а также окрасочные, кузовные и другие работы, обслуживая эксплуатационные предприятия в централизованном порядке. Основной отличительной особенностью ремонтных мастерских от заводов является меньшая годовая программа (до 500 КР автомобилей или до 5000 КР агрегатов в год).

6.3 Технологические процессы ТО автомобилей

Общая характеристика технологического процесса ТО автомобилей. Техническое обслуживание представляет собой совокупность работ определенного назначения, каждая из которых, в свою очередь, состоит из операций, выполняемых в определенной технологической последовательности, составляющей в целом технологический процесс.

Основной задачей технологического процесса ТО, является высокое качество выполняемых работ при наименьшей затрате рабочего времени, а следовательно, при наибольшей производительности труда рабочего.

ТО автомобиля состоит из большого числа технологических операций, которые по своему назначению, характеру, условиям выполнения, применяемому оборудованию, инструменту и квалификации исполнительского состава объединяются в определенные группы работ. Последние в том или ином объеме входят в содержание работ по ЕО, ТО-1 и ТО-2.

Независимо от вида ТО, за исключением ЕО,- оно содержит следующие основные работы: уборочно-моечные и обтирочные (внешний уход), контрольно-диагностические, контрольно-крепежные, регулировочные, электротехнические, смазочно-очистительные, шинные и заправочные. Кроме того, в комплекс работ по ТО входят: контрольно-осмотровые работы перед ЕО, ТО-1 и ТО-2 и работы по проверке автомобиля после выполнения обслуживания.

Уборочно-моечные и обтирочные работы предназначены для поддержания надлежащего внешнего вида автомобиля и заключаются во внутренней уборке кабины водителя, платформы грузового автомобиля или внутреннего салона кузова легкового автомобиля и автобуса; наружной мойке

шасси и кузова автомобиля и протирке его наружных частей, боковых и передних стекол.

Контрольно-диагностические работы заключаются в контроле состояния или работоспособности агрегатов, механизмов, приборов, систем и автомобиля в целом по внешним признакам (выходным параметрам) без разборки или вскрытия механизмов.

Регулировочные работы включают регулировочные операции по восстановлению работоспособности агрегатов, механизмов и агрегатов при ТО предусмотренных в них регулировочных устройств, до уровня, требуемого правилами технической эксплуатации автомобиля или техническими условиями (например, частоты оборотов коленчатого вала двигателя на холостом ходу, свободного хода педали сцепления и др.).

Крепежные работы состоят из проверки состояния резьбовых соединений деталей (болтов, шпилек, шплинтов) и крепления их (подтяжки), постановки крепежных деталей взамен утерянных и замены негодных.

Электротехнические работы заключаются в проверке внешнего состояния источников электроэнергии (аккумуляторной батареи, генератора с реле-регулятором и выпрямителем переменного тока) и потребителей электроэнергии (приборов батарейной системы зажигания, стартера, приборов освещения и сигнализации и контрольных измерительных приборов), очистки от пыли, грязи и следов окисления контактных соединений, устранения неисправностей в результате диагностирования систем электрооборудования автомобиля.

Работы по системе питания двигателя включают проверку внешнего состояния приборов системы питания (карбюратора, топливного насоса, воздушного фильтра и др.), герметичности трубопроводов, устранение неисправностей и регулировку по результатам диагностики.

Смазочно-очистительные работы включают периодической пополнение и смену масла в картерах агрегатов (двигателе, коробке перемены передач и др.), смазку подшипников и шарнирных соединений трансмиссии, ходовой части, рулевого управления и кузова, заправка автомобиля специальными жидкостями (тормозной, амортизаторной), очистка всех фильтров, замена фильтрующих элементов и отстойников системы смазки.

Шинные работы состоят из проверки внешнего состояния шин (покрышек) с целью установления необходимости ремонта, удаления из протектора покрышек застрявших острых предметов, проверки внутреннего давления и доведения его до необходимого. Кроме того, шинные работы при ТО могут включать перестановку и замену шин.

Контрольные работы после обслуживания состоят из проверки работы двигателя, действия тормозов, рулевого управления и других агрегатов и механизмов.

Заправочные работы включают заправку топливного бака автомобиля и пополнение жидкостью системы охлаждения двигателя.

Такое подразделение основных работ ТО обуславливает, во-первых, использование рабочих соответствующей специальности и квалификации при

выполнении каждого вида работ и, во-вторых, применение специального оборудования приборов и инструмента на месте выполнения указанных работ. Кроме того, это необходимо для организации рационального, последовательного их выполнения.

Независимо от вида ТО первоочередными являются уборочно-моечные работы, одной из задач которых является подготовка автомобиля к последующим операциям ТО и придания ему надлежащего внешнего вида.

Заправка автомобиля топливом может производиться перед выездом на линию или перед постановкой его на стоянку.

Вопросы для самопроверки

1. Объясните такие понятия, как трудоемкость, нормативная и фактическая трудоемкость, технология, технологическая операция, технологический процесс, технологический переход, технологический прием, рабочий пост, рабочее место.

2. Какое технологическое оборудование применяется при выполнении работ по ТО и ремонта автомобилей?

3. Охарактеризуйте виды норм технологического процесса используемых на автомобильном транспорте.

4. Опишите методы установления норм технологических процессов на автомобильном транспорте.

5. Опишите основные направления деятельности организаций и предприятий автомобильного транспорта.

6. Опишите основные направления деятельности организаций и предприятий, эксплуатирующих подвижной состав автомобильного транспорта.

7. Приведите классификацию предприятий автомобильного транспорта и охарактеризуйте эти предприятия.

8. Опишите основные виды работ, проводимых при ТО автомобилей.

Список использованных источников

1. Апсин В.П., Штоль Ю.Л. Место и роль ремонта грузовых автомобилей и их составных частей в новых условиях хозяйствования. – М.: ЦБНТИАвтотранс, 1991. – 56 с.
2. Аринин И.Н. Диагностирование технического состояния автомобиля. – М.: Транспорт, 1978. – 176 с.
3. Болбас М.М. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей. – Минск: Высшая школа, 1985. – 284 с.
4. Бондаренко Е.В. Методика размерного обоснования составных частей автомобильных двигателей при ремонте на основе обеспечения выходных параметров: Дис. ... к.т.н. Оренбург. 1996. – 144 с.
5. Бурумкулов Ф.Х. Работоспособность и долговечность восстановленных деталей и сборочных единиц машин. – Саранск: Изд – во Морд ун-та, 1993. – 119с.
6. ГОСТ Р 51709-2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки. – М.: Госстандарт России, 2001. – 27 с.
7. Дунаев А.П. Организация диагностирования при обслуживании автомобилей. – М.: Транспорт, 1987. – 207с.
8. Двигатели КамАЗ – 740. Руководство по капитальному ремонту РК 200 – РСФСР – 2/1 – 2098 – 87.
9. Капитальный ремонт автомобилей. Справочник / Под ред. Есенберлина Р.Е. – М.: Транспорт, 1989. – 334 с.
10. Когаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин. – М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.
11. Колесник П.А., Шейнин В.А. Техническое обслуживание ремонт автомобилей: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1985. – 325 с.
12. Краткий автомобильный справочник. / Понизовкин А.Н. и др. – М.: АО «ТРАНСКОНСАЛТИНГ», НИИАТ, 1994. – 779 с.
13. Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1990. – 272 с.
14. Лудченко А.А., Сова И.П. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей – Киев: В шк, 1977. – 285 с.
15. Лукинский В.С., Зайцев Е.И. Прогнозирование надежности автомобилей. – Л.: Политехника, 1991. – 224 с.
16. Методические указания по прогнозированию технического состояния машин. Под ред. В. М. Михлина. – М.: ГОСНИТИ, 1972. – 215 с.
17. Мирошников Л.В. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях. – М.: Транспорт, 1977. – 263 с.
18. Моделирование процессов восстановления машин / В.П. Апсин, Л.В. Дехтеринский, С. Б. Норкин, В.М. Приходько. – М.: Транспорт, 1996. – 311с.
19. Напольский Г.М. Технологическое проектирование АТП и станций

- технического обслуживания. – М.: Транспорт, 1985. – 231 с.
20. Основы трибологии (трение, износ, смазка)/ Под ред. А.В. Чичинадзе: Учебник для технических вузов. – М.: Центр «Наука и техника», 1995. – 778с.
 21. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта / М-во авт. транспорта РСФСР. – М.: Транспорт, 1988. – 78 с.
 22. Предельные и допускаемые параметры дизелей, их деталей и сопряжений. РТМ 10.16.0001.008 – 89. – М.: ГОСНИТИ, 1989. – 100 с.
 23. Проников А.С. Надежность машин. – М.: Машиностроение, 1978. – 592с.
 24. Ремонт автомобилей: Учебник для вузов/ Л.В. Дехтеринский, К.Х. Акмаев, В.П. Апсин и др.; Под ред. Л.В. Дехтеринского. – М.: Транспорт, 1992. – 295 с.
 25. Российская автотранспортная энциклопедия. Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств. – Т. 3 – М.: РБПООИП «Просвещение», 2000 – 456 с.
 26. Сергеев А.Г. Точность и достоверность диагностики автомобилей. – М.: Транспорт, 1980. – 188 с.
 27. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и допол./ Е.С.Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. – М.: Наука, 2001. – 535 с.
 28. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов/ Под ред. Г.В. Крамаренко. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.
 29. Технологичность конструкций изделий. Справочник/ Под ред. Ю.Д. Амирова. – М.: Машиностроение, 1985. – 368 с.
 30. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. / А.А. Лудченко, И.П. Сова. – Киев: Вища школа, 1977. – 312 с.
 31. Техническая эксплуатация автомобильного транспорта / Под общ. ред. Бедняка М.Н. – Киев: Техника, 1979. – 291 с.
 32. Хасанов Р.Х. Повышение эксплуатационных свойств распределительных валов на основе конструктивно-технологических методов: Дис. ... к.т.н. Оренбург, 2003. – 165 с.

Приложение А (справочное)

Таблица А.1 – Нормированная функция нормального распределения

z	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7	-0,8	-0,9
Φ(z)	0,500	0,460	0,421	0,382	0,345	0,309	0,274	0,242	0,212	0,184
z	-1,0	-1,1	-1,2	-1,3	-1,4	-1,5	-1,6	-1,7	-1,8	-1,9
Φ(z)	0,159	0,136	0,115	0,097	0,081	0,067	0,055	0,045	0,036	0,029
z	-2,0	-2,1	-2,2	-2,3	-2,4	-2,5	-2,6	-2,7	-2,8	-2,9
Φ(z)	0,023	0,018	0,014	0,011	0,008	0,006	0,005	0,004	0,003	0,002
z	-3,0	-3,1	-3,2	-3,3	-3,4	-3,5	-3,6	-3,7	-3,8	-3,9
Φ(z)	0,0013	0,0011	0,0007	0,0005	0,0003	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,000
z	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Φ(z)	0,500	0,540	0,579	0,618	0,655	0,691	0,726	0,758	0,788	0,816
z	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
Φ(z)	0,841	0,864	0,885	0,903	0,919	0,933	0,945	0,955	0,964	0,971
z	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
Φ(z)	0,977	0,982	0,986	0,989	0,992	0,994	0,995	0,996	0,997	0,998
z	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
Φ(z)	0,9987	0,9990	0,9993	0,9995	0,9997	0,9998	0,9998	0,9999	0,9999	1,000

Таблица А.2 – Значение функции $R = \exp(-\lambda x)$ – вероятности безотказной работы при экспоненциальном законе распределения

λx	0,0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
R	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95
λx	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,2
R	0,94	0,93	0,92	0,91	0,905	0,819
λx	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
R	0,741	0,670	0,606	0,549	0,497	0,449
λx	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
R	0,407	0,368	0,333	0,301	0,273	0,247
λx	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
R	0,223	0,202	0,183	0,165	0,150	0,135
λx	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
R	0,123	0,111	0,100	0,091	0,082	0,074
λx	2,7	2,8	2,9	3,0	3,5	4,0
R	0,067	0,061	0,056	0,05	0,030	0,018
λx	4,5	5,0	5,5			
R	0,011	0,007	0,004			

Приложение Б

(справочное)

Таблица Б.1 - Количество оборотных агрегатов на 100 автомобилей

Подвижной состав и его основной параметр	Марки, модели подвижного состава (грузоподъемность)	Двигатель	Коробка передач (ГМП)	Ось передняя	Мост задний (средний)	Рулевой механизм
	2	3	4	5	6	7
Легковые автомобили:						
малого класса (рабочий объем двигателя от 1,2 до 1,8 л, сухая масса автомобиля от 850 до 1150 кг)	Москвич-2138, ИЖ-2125, ВАЗ (кроме 2121)	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4
среднего класса (от 1,8 до 3,5 л, от 1150 до 1500 кг)	ГАЗ-24-01, -24-07,	6-8	6-8	4-6	3-5	3-4
Автобусы:						
(длина до 5,0 м) малого класса (6,0-7,5 м)	РАФ-2203	6-8 6-8	6-8 7-8	7-8 6-8	6-8	7-8
среднего класса (8,0 - 9,5 м)	ЛАЗ-695Н, -695НГ, -697Н, -697Р	7-9	7-9		7-9	7-9
(10,5-12,0 м)	ЛиАЗ-677, -677М, -677Г	8-9	8-9	8-9		8-9
Грузовые автомобили общетранспортного назначения грузоподъемностью, т:						
от 0,3 до 1,0	ИЖ-27151 (0,4 т)	5-6	4-5	4-5	4-5	4-5
от 1,0 до 3,0	ЕрАЗ-762А, -762В,	6-7	2-3	2-3	3-4	2-3
	УАЗ-451М, -451ДМ (1т)	5-6	4-5	3-4	3-4	2-3
	ГАЗ-52-04, -52-07(2,5т), -52-27 (2,4 т)	6-7	4-5	4-5	4-5	4-5
3,0 до 5,0	ГАЗ-53А, -53-07 (4 т)	4-5	4-5	4-5	3-5	3-4

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7
от 5,0 до 8,0	КАЗ-608, -608В	4-5	3-5	3-5	3-5	3-5
	ЗИЛ-130, -138 (5/6 т)*, -138А (5,4т)	4-5	3-5	3-5	3-5	2-4
	Урал-377, -377Н (7,5т)	5-6	4-5	4-5	4-5	4-5
от 8,0 и более	МАЗ-500А (8т)	3-4	4-5	3-4	3-4	
	МАЗ-5335 (8т)	3-4	4-5	3-4	3-4	2-3
	КамАЗ-5320 (8т)	-**	4-5	4-5	-**	4-5
	КрАЗ-257, -257Б1(12т)	3-4	4-5	3-4	3-4	3-4

* В знаменателе для автомобилей выпуска с 1980 г.

** Нормы для двигателя и заднего (среднего) моста автомобилей КамАЗ приведены части Положения для этого семейства.

Приложение В

(справочное)

Таблица В.1 – Продолжительность простоя подвижного состава в ТО и ремонте

Подвижной состав	ТО и ТР на АТП, дней/1000 км	КР на специализированном предприятии, календарных дней
Легковые автомобили	0,3-0,4	18
Автобусы особо малого, малого и среднего классов	0,3-0,5	20
Автобусы большого класса	0,5-0,6	25
Грузовые автомобили грузоподъемностью, тонн		
от 3,0 до 5,0	0,4-0,5	15
от 5,0 и более	0,5-0,6	22
Прицепы и полуприцепы	0,10-0,15	-