

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 13.03.2023 10:54:40
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра технологии материалов и транспорта

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
«13» 03 2021 г.



ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Методические указания к выполнению практических и
самостоятельных работ для студентов специальности 23.05.01 «На-
земные транспортно-технологические средства» (специализация
«Автомобильная техника в транспортных технологиях»)
очной и заочной форм обучения

Курс 2021

УДК 629.331

Составители: Е.В. Агеев, Н.М. Хорьякова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Технологии материалов и транспорта» Юго-Западного государственного университета *А.Ю. Алтухов*

Техническая эксплуатация автомобилей: методические указания к выполнению практических и самостоятельных работ для студентов специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Е.В. Агеев, Н.М. Хорьякова. Курск, 2021, 167 с.

Приведены практические и самостоятельные работы по основным разделам курса «Техническая эксплуатация автомобилей». Основное внимание уделено вопросам диагностирования технического состояния элементов ДВС, силовых агрегатов, ходовой части и тормозных систем автомобилей. Содержит конкретные методические рекомендации и примеры расчетов по разделу теоретических основ технической эксплуатации автомобилей.

Предназначены для студентов специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (специализация «Автомобильная техника в транспортных технологиях»).

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,37. Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ	6
Практическая работа 1.1. Методика сбора, обработки и анализа статистических данных по надежности автомобилей на автотранспортном предприятии	
Самостоятельная работа 1. Определение показателей долговечности агрегата	
Практическая работа 1.2. Определение периодичности технического обслуживания автомобилей по допустимому уровню вероятности безотказной работы	
Самостоятельная работа 2. Определение периодичности ТО по коэффициенту рациональной периодичности	
Практическая работа 1.3. Определение периодичности технического обслуживания по изменению и допустимому уровню диагностического параметра	
Практическая работа 1.4. Определение периодичности технического обслуживания по технико-экономическому методу	
Практическая работа 1.5. Оптимизация периодичности плановых ремонтов с использованием экономико-вероятностного метода	
Практическая работа 1.6. Расчет оптимального срока службы автомобиля	
Практическая работа 1.7. Группирование операций технического обслуживания и предупредительного ремонта	
Практическая работа 1.8. Оценка точности, нормативов и эффективности диагностирования технического состояния элементов автомобиля	
РАЗДЕЛ 2. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ	73
Практическая работа 2.1. Диагностирование технического состояния двигателя по спектральному анализу картерного масла	
Самостоятельная работа 3. Изучение устройства и принципа работы установки МФС-5	
Практическая работа № 2.2. Техническое обслуживание автомобильных колес и шин	
Самостоятельная работа 4. Изучение факторов, определяющих ресурс шин	
Самостоятельная работа 5. Изучение требований к комплектованию и монтажно-демонтажным работам колес автомобиля	
Практическая работа № 2.3. Балансировка автомобильных колес	
Самостоятельная работа 6. Изучение номенклатуры и принципа работы станков балансировки колес	
РАЗДЕЛ 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ЭКОНОМИЯ РЕСУРСОВ	123
Практическая работа 3.1. Управление запасами на предприятиях автомобильного транспорта	
Практическая работа 3.2. Нормирование расхода топлива на автомобильном транспорте	
Самостоятельная работа 7. Изучение методики нормирования расхода топлива для легковых автомобилей	
Самостоятельная работа 8. Изучение методики нормирования расхода топлива для автобусов	
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	166

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях специалист инженерно-технической службы автотранспортных, автосервисных и авторемонтных предприятий должен не только знать теоретические основы технической эксплуатации автомобилей, но и практически использовать их при решении оперативных, тактических и стратегических задач по управлению техническим состоянием автомобиля.

Методические указания к выполнению практических и самостоятельных работ по дисциплине «Техническая эксплуатация автомобилей» предназначены для инженерной специальности: 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», специализация «Автомобильная техника в транспортных технологиях».

Основное внимание в методических указаниях уделено физической сущности процессов, происходящих в агрегатах, системах и механизмах автомобиля, а также современным методам и средствам восстановления (поддержания) их работоспособности в процессе эксплуатации.

Перед практическими работами студенты обязаны изучить методические указания и рекомендуемую литературу. При этом необходимо уяснить цель и содержание работы, изучить конструкцию и технические характеристики применяемых приборов, порядок их работы, содержание отчета, знать ответы на контрольные вопросы.

Занятия начинаются с контрольного опроса, неподготовленные студенты к занятиям не допускаются. Практические работы

выполняются студентами под руководством преподавателя. При этом студенты самостоятельно выполняют задания, заполняют протоколы испытаний и обрабатывают полученные результаты.

Результаты расчетов оформляются в виде отчета по практическим занятиям на формате А4 и предъявляются преподавателю для проверки. После одобрения обучающийся получает допуск к защите в виде устных ответов на контрольные вопросы, включая теорию. После проверки ответов преподаватель выставляет баллы по практическим занятиям.

РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Практическая работа № 1.1

МЕТОДИКА СБОРА, ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПО НАДЕЖНОСТИ АВТО- МОБИЛЕЙ НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Цель работы – изучить методику сбора, обработки и анализа статистических данных по надежности автомобилей, основные показатели надежности.

Общие сведения и основные понятия

Исследования по оценке надежности агрегатов и систем автомобилей выполняются на базе рядовых автотранспортных предприятий. Сбор первичной информации по надежности автомобилей осуществляется ответственными работниками предприятий.

Основными источниками первичной информации служат материалы непосредственных наблюдений за деталями, узлами, системами и агрегатами автомобилей, организуемых в условиях реальной эксплуатации (рис. 1.1).

Сбор данных по пробегам деталей, агрегатов и автомобилей до отказа или неисправности, о причине и объеме ремонтных работ, заменяемым деталям, времени простоя в ремонте, трудоемкости ремонта, работе, совершенной автомобилем, ТО осуществляется для всех автомобилей, эксплуатируемых в опорных предприятиях.

В подконтрольную группу входят новые автомобили, работающие в различных условиях:

- преимущественно на междугородных перевозках;
- преимущественно в городе;
- в тяжелых условиях, в карьере.

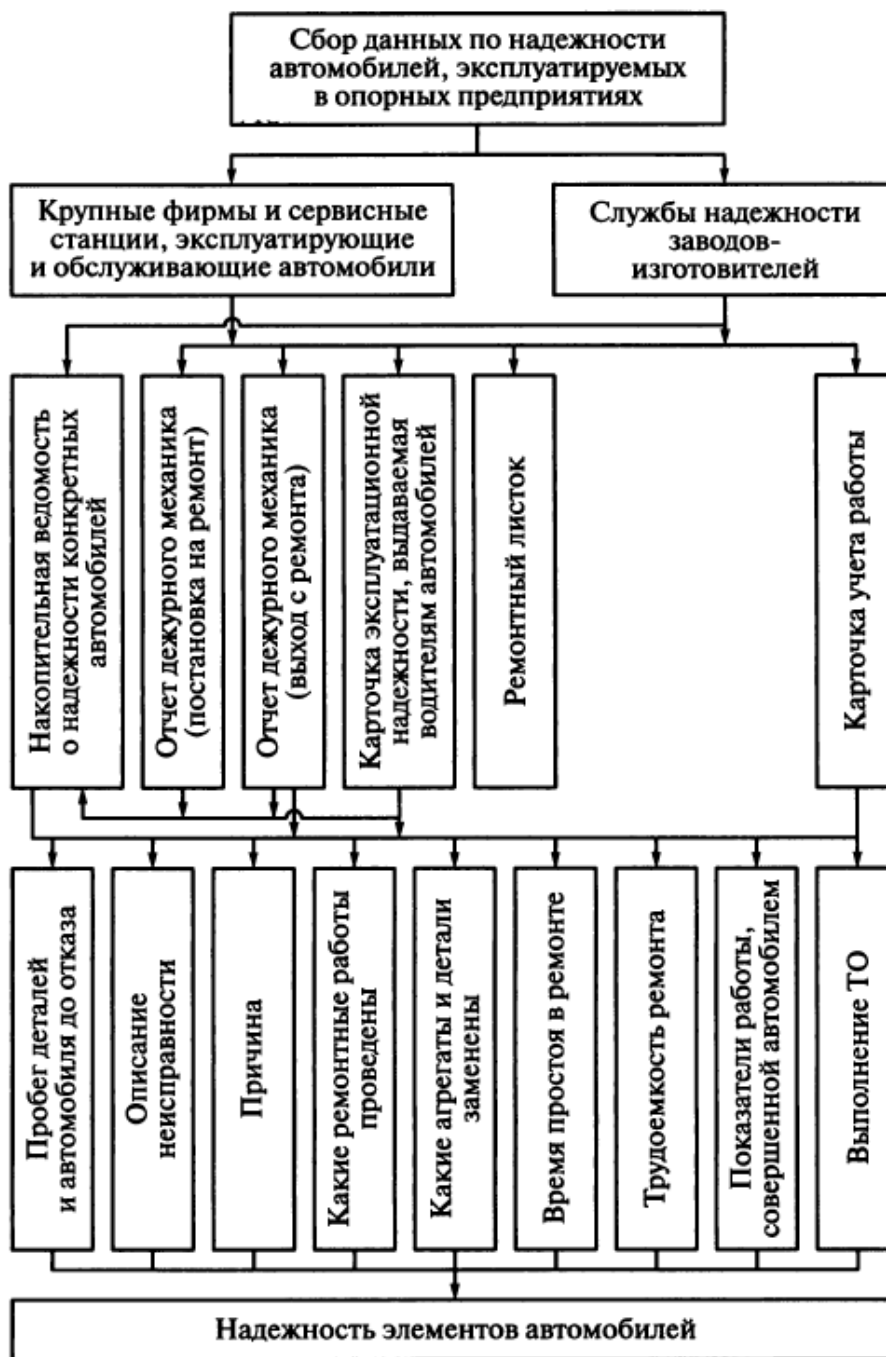


Рисунок 1.1 – Схема сбора данных и анализа надежности автомобилей, эксплуатируемых в опорных предприятиях

Водителям автомобилей подконтрольной группы выдаются «Карточки эксплуатационной надежности автомобилей», контроль за правильным и своевременным заполнением которых обеспечивается сотрудниками службы надежности.

Перед заездом автомобиля в зону ремонта дежурный механик фиксирует сведения о виде отказа, пробеге, номере автомобиля, причине неисправности отказа, которые отмечаются вместе со временем заезда в карточке «Отчет дежурного механика» (постановка на ремонт). На основании произведенной записи водителю выписывается ремонтный листок, согласно которому автомобиль направляется на определенный участок и пост. После проведения ремонта в ремонтный листок заносятся номер агрегата, полное описание его неисправности, отказа и причина, их вызывающая, перечисляются замененные детали.

На основании ремонтного листка, сведений с промежуточного и центрального складов, сообщения дежурного механика о выезде автомобиля из зоны ремонта заполняется карточка «Отчет дежурного механика» (выход с ремонта). Контроль за правильным, своевременным и полным заполнением ремонтного листка, требований на запасные части обеспечивается дежурным механиком.

На основании «Отчетов дежурного механика» о постановке на ремонт и выходе с ремонта заполняется «Накопительная ведомость о надежности конкретного автомобиля». Учет пробегов и выполнения ТО автомобилей осуществляется дежурным механиком и фиксируется в «Карточке учета работы».

Дополнительными источниками первичной информации являются:

- данные предприятий о расходе запасных частей, причине и характере отказов и т.д.;
- эксплуатационная и ремонтная документация (инструкции, руководства);
- другие материалы, позволяющие оценить качество, надежность и долговечность автомобилей.

Минимальное количество объектов исследований в каждой подконтрольной группе определяется в соответствии с параметрическими (вид закона распределения известен) и непараметрическими (вид закона распределения неизвестен) методами на основании методических разработок Государственного научно-исследовательского института автомобильного транспорта (НИИАТ), а также руководящих технических материалов и государственных стандартов. Оптимальное количество объектов исследования обычно составляет 20-25 ед.

Автомобили подконтрольных партий должны испытываться при нагрузке, близкой к значениям полезной эксплуатационной, и полной массе, указанным в технических условиях на автомобиль для данных дорожных условий. В процессе эксплуатации допускаются незначительные отклонения (не более 15...20 %) нагрузки от норм, установленных по техническим условиям (ТУ) предприятия-изготовителя. Периодичность ТО и предупредительного текущего ремонта, а также объемы выполняемых работ определяются Положением и конкретной программой исследований. Техническое

обслуживание всех видов автомобилей производится в типичных для данного предприятия условиях на его производственной базе.

Анализ информации о надежности необходимо проводить по элементам автомобиля. Такой анализ должен быть качественным и количественным. Качественный анализ позволяет установить степень влияния различных отказов и неисправностей отдельных агрегатов и систем в целом, выявить основные конструктивно-производственные недостатки, недочеты эксплуатации и ремонта. Количественный анализ информации о надежности позволяет определять фактический уровень надежности автомобиля, оценка которого производится с помощью показателей, получаемых по определенным математическим зависимостям.

При оценке количественных показателей надежности основными величинами, используемыми в расчетах, являются число отказов или неисправностей, величина наработки, коэффициент вариации и среднеквадратическое отклонение, параметр потока отказов.

Показатели надежности агрегатов, узлов и систем автомобилей позволяют получить эксплуатационную оценку факторов, влияющих на интенсивность изменения технического состояния агрегатов в процессе эксплуатации, оценить их эксплуатационную надежность, взаимосвязь пробегов до замены и влияние интенсивности изменения технического состояния на удельные затраты по поддержанию их работоспособности.

Наиболее часто используются следующие показатели **надежности:**

- средняя наработка на отказ:

$$\bar{l} = \sum_{i=1}^n l_i p_i; \quad (1.1)$$

- среднеквадратическое отклонение наработки на отказ:

$$\sigma_l = \sqrt{\sum_{i=1}^n (l_i - \bar{l})^2 p_i}; \quad (1.2)$$

- коэффициент вариации наработки на отказ:

$$V_l = \frac{\sigma_l}{\bar{l}}; \quad (1.3)$$

- параметр потока отказов:

$$\omega = 1/\bar{l},$$

где n – количество интервалов наработки;

\bar{l} – середина i -го интервала наработки;

p_i – частота попадания в i -й интервал.

Для оценки **долговечности** изделий используют следующие показатели:

- средний ресурс:

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^n R_i p_i;$$

среднеквадратическое отклонение ресурса:

$$\sigma_R = \sqrt{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2 p_i};$$

- коэффициент вариации ресурса:

$$V_R = \frac{\sigma_R}{\bar{R}}; \quad (1.4)$$

где R_i – середина i -го интервала ресурса.

Порядок выполнения работы

После изучения методических указаний каждый студент получает персональные данные для расчета (вариационные ряды) и под контролем преподавателя выполняет необходимые вычисления по определению показателей надежности, используя при этом варианты решения примеров заданий 1 и 2.

По окончании занятий оформляется отчет по работе и осуществляется его защита.

Задание. Определение показателей безотказности агрегата

По представленному вариационному ряду наработки на отказ (табл. 1.1) найти показатели безотказности агрегата автомобиля. Построить график распределения наработки на отказ в координатах «наработка (тыс. км) - частота (%)».

Таблица 1.1 – Вариационный ряд наработки на отказ

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Наработка на отказ, тыс. км	24	16	22	24	26	36	51	32	46	15	17	14	50
Номер варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Наработка на отказ, тыс. км	23	32	8	21	21	22	7	16	34	10	21	37	40

Пример решения. С помощью программного средства STATISTI-CA определяют показатели безотказности: $\bar{l} = 25$ тыс. км; $\sigma_l = 12,15$ тыс. км; $V_l = 0,486$; $\omega = 0,04$ отказов/тыс. км.

Пользуясь строкой «Подбор распределений», строят график распределения наработки на отказ в координатах «наработка (тыс. км) - частота (%)», как показано на рис. 1.2.

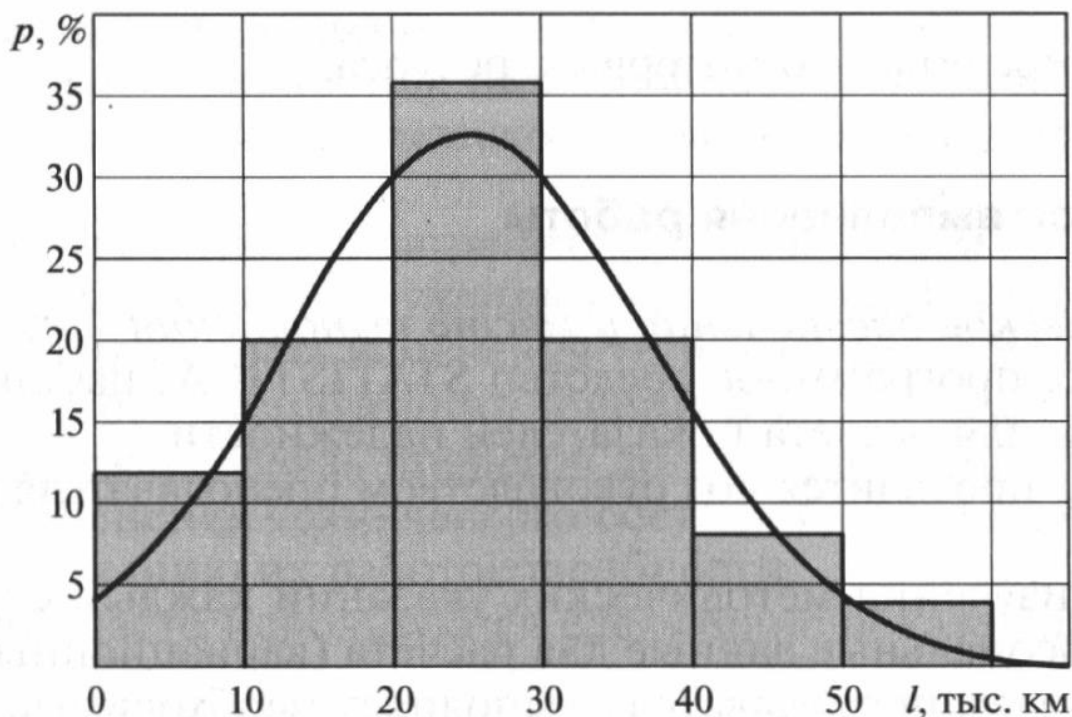


Рисунок 1.2 – Распределение наработки на отказ системы питания двигателя КАМАЗ-ЕВРО

Содержание отчета

Отчет по работе должен отражать наиболее важные положения по методике сбора, обработки и анализа статистических данных по надежности автомобилей с обязательным включением следующих сведений:

- название и цель работы;

- описание методики сбора, обработки и анализа данных по надежности автомобиля;
- исходные данные индивидуального задания и результаты расчетов показателей надежности;
- графики распределения наработки на отказ, ресурса и накопленной частоты;
- выводы по работе.

Самостоятельная работа 1

Определение показателей долговечности агрегата

По представленному вариационному ряду ресурсов (табл. 1.2) найти показатели долговечности агрегата автомобиля. Построить графики распределения ресурса (рис. 1.3) и вероятности распределения ресурса в координатах «наработка (тыс. км)- частотность»

Таблица 1.2 – Вариационный ряд ресурса

Номер	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ресурс, тыс. км	38	55	82	12	13	14	14	15	16	17	18	19	20
Номер	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Ресурс, тыс. км	21	22	25	26	28	31	32	23	35	36	19	27	33

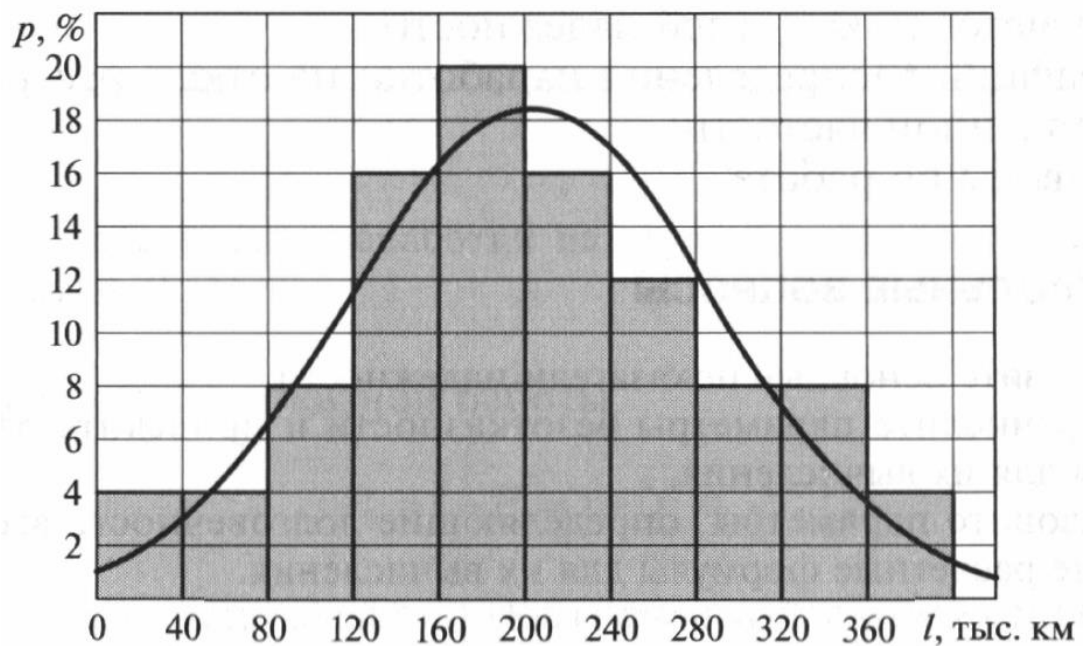


Рисунок 1.3 – Распределение ресурса двигателей КАМАЗ-ЕВРО

По заданному значению γ определяют величину $l - \gamma$ и по графику расчетной вероятности находят значение гамма-ресурса: $R_\gamma = 130$ тыс. км (см. рис. 1.4).

Пример решения самостоятельной работы 1

С помощью программного средства STATISTICA определяют показатели долговечности: $\bar{R} = 203,8$ тыс. км; $\sigma_R = 86,6$ тыс. км; $V_R = 0,424$.

Для нахождения гамма-ресурса R_γ задают значение $\gamma = 0,8$ (80 %). С помощью строки «Подбор распределений» строят графики распределения ресурса (рис. 1.3) и вероятности распределения ресурса в координатах «наработка (тыс. км) - частота». («Совокупное распределение» в программе) как показано на рис. 1.4.

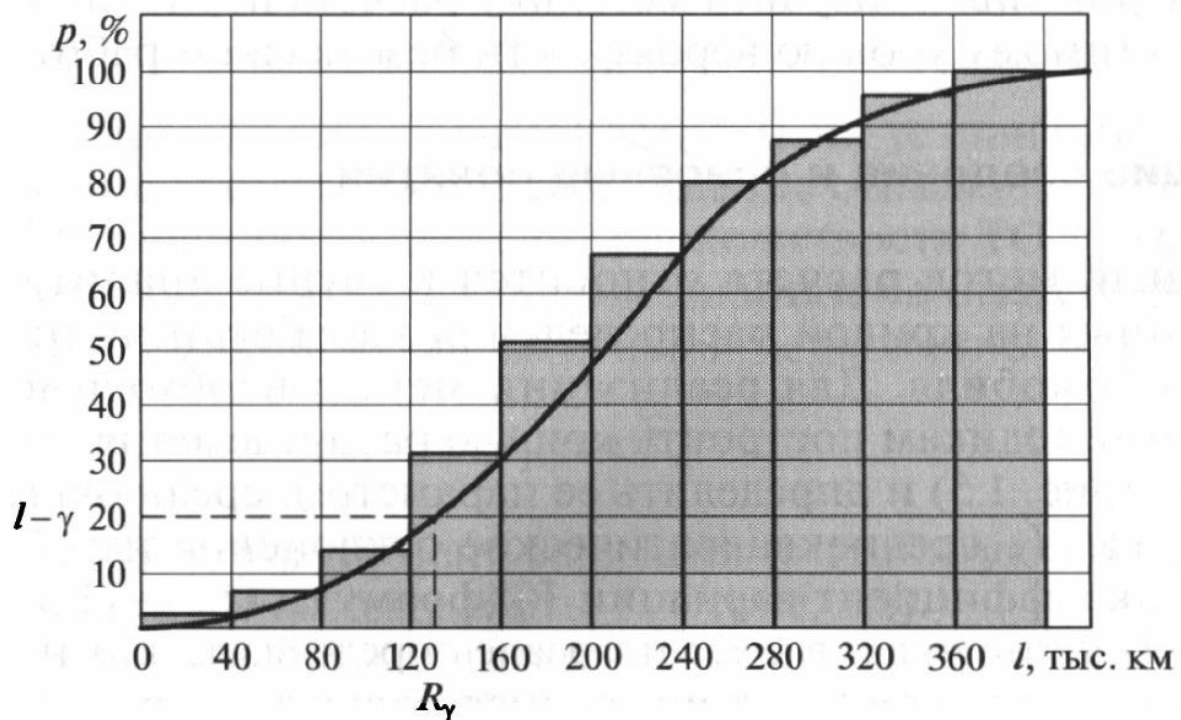


Рисунок 1.4 – Изменение вероятности выхода в ремонт двигателей КАМАЗ-ЕВРО по наработке

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные показатели надежности.
2. Перечислите параметры безотказности и приведите расчетные формулы для их вычисления.
3. Назовите параметры, определяющие долговечность агрегата, и приведите расчетные формулы для их вычисления.

Практическая работа 1.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ДОПУСТИМОМУ УРОВНЮ ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ

Цель работы – изучить методику расчета периодичности ТО по допустимому уровню вероятности безотказной работы.

Общие сведения и основные понятия

Данный метод расчета относится к группе аналитических, основанных на кривой распределения наработки на отказ элемента автомобиля. Для реализации метода необходимо по известным методикам построить кривую распределения наработки на отказ (рис. 1.5) и определить ее параметры: среднюю наработку на отказ, среднеквадратическое отклонение наработки на отказ, коэффициент вариации, (формулы (1.1)—(1.3)).

Вероятность отказа в k -м интервале определяется как накопленная частота отказов (заштрихованная площадь на рис. 1.5):

$$P_{ok} = \sum_{i=1}^k p_i,$$

вероятность безотказной работы:

$$P_{\bar{o}} = 1 - P_o = 1 - \sum_{i=1}^k p_i.$$

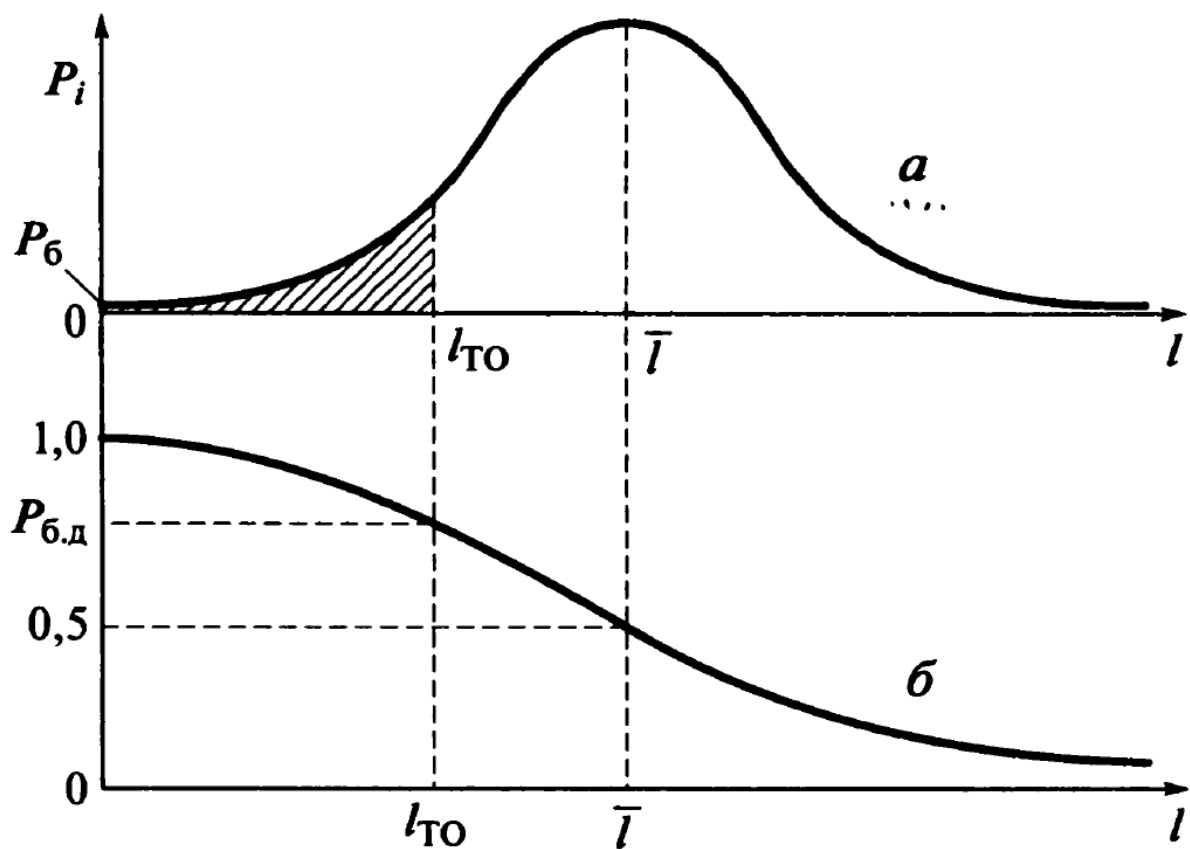


Рисунок 1.5 – Распределение наработки на отказ l (а) и вероятность безотказной работы P_6 (б)

При этом методе задается допустимый уровень вероятности безотказной работы $P_{6.д.}$ l или вероятности отказа $P_{0.д.}$, называемые риском. Обычно для агрегатов и механизмов автомобиля, обеспечивающих безопасность движения, $P_{6.д.} = 0,9...0,98$, для прочих узлов и агрегатов $P_{6.д.} = 0,85... 0,9$. Эти значения обусловлены, как правило, величиной коэффициента опасности отказа k_0 :

$$k_0 = \frac{C}{C_n},$$

где C – разовые (абсолютные) затраты на устранение отказа;

C_n – разовые затраты на предупреждение отказа.

Определенная таким образом периодичность ТО $l_{\text{ТО}}$ (см. рис. 1.5) значительно меньше средней наработки на отказ и связана с ней через коэффициент рациональной периодичности β :

$$l_{\text{ТО}} = \beta \bar{l}, \quad (1.5)$$

учитывающий коэффициент вариации и принятую допустимую вероятность безотказной работы $P_{\text{б.д.}}$ (рис. 1.6).

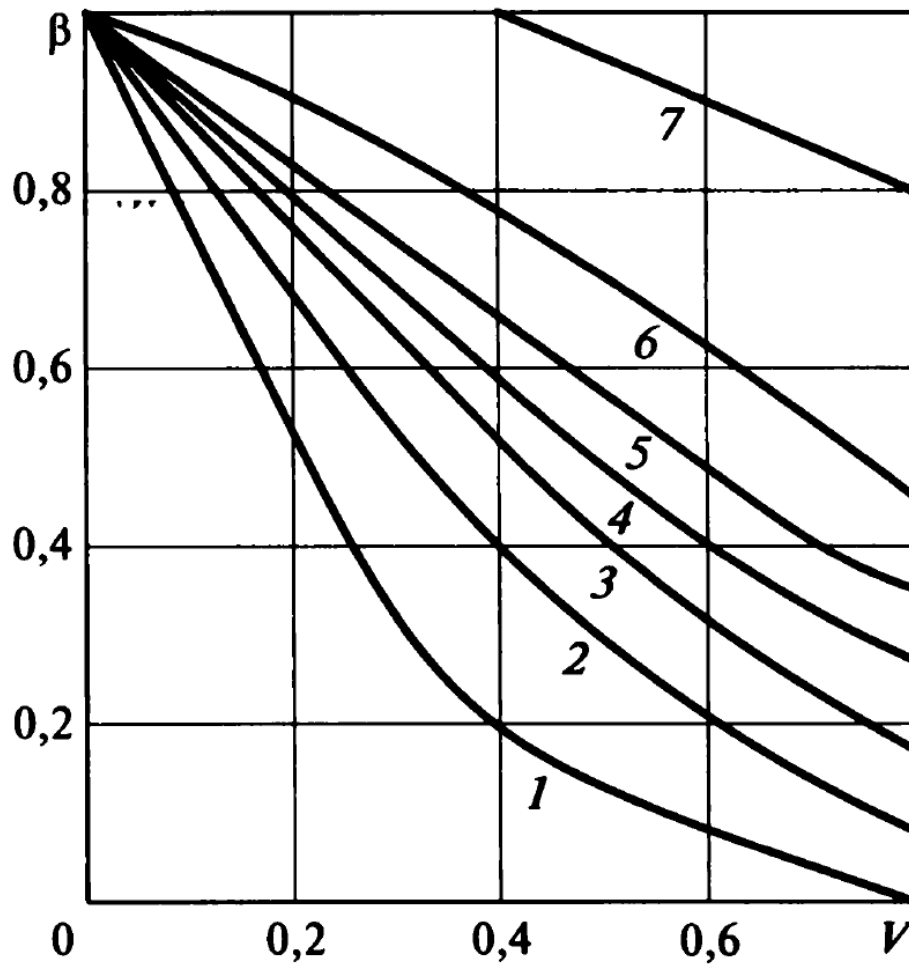


Рисунок 1.6 – Влияние коэффициента вариации V и допустимого уровня вероятности безотказной работы $P_{\text{б.д.}}$ на коэффициент рациональной периодичности β : 1 – $P_{\text{б.д.}} = 0,99$; 2 – $P_{\text{б.д.}} = 0,95$; 3 – $P_{\text{б.д.}} = 0,90$; 4 – $P_{\text{б.д.}} = 0,85$; 5 – $P_{\text{б.д.}} = 0,80$; 6 – $P_{\text{б.д.}} = 0,70$; 7 – $P_{\text{б.д.}} = 0,50$

Таким образом, чем меньше вариация наработки на отказ, тем большая периодичность ТО может быть назначена при прочих равных условиях. Более жесткие требования к безотказности (особенно безопасности движения) снижают рациональную периодичность ТО. Данный метод применяется при невысоких значениях коэффициента опасности отказов, невозможности оценки изменения технического состояния элементов в процессе эксплуатации. Наиболее часто этот метод используется при определении периодичности крепежных работ, для которых $p = 0,4 \dots 0,5$.

Порядок выполнения работы

Занятие проводится под руководством преподавателя с группой студентов. После изучения методических указаний каждый студент получает персональные данные для расчета (вариационные ряды) и под контролем преподавателя выполняет необходимые вычисления по определению периодичности ТО, используя при этом варианты решений примеров заданий 1 и 2.

По окончании учебных занятий оформляется отчет по работе и осуществляется его защита. Продолжительность работы — 2...4 ч.

Задание.

Определение периодичности ТО по изменению вероятности безотказной работы

По представленному вариационному ряду значений наработки на отказ (табл. 1.3) находят периодичность ТО при допустимом уровне вероятности безотказной работы $P_{б.д} = 0,8$.

Таблица 1.3 – Вариационный ряд наработки на отказ

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Наработка на отказ, тыс. км	24	16	22	24	26	36	51	32	46	15	17	14	50
Номер варианта	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	-
Наработка на отказ, тыс. км	23	32	8	21	21	22	7	16	34	10	21	37	-

Пример решения

С помощью программного средства STATISTICA определяют параметры распределения: $\bar{l} = 25$ тыс. км; $\sigma_l = 12,15$ тыс. км; $V_l = 0,486$. Пользуясь строкой «Подбор распределений», находят значение накопленной частоты («Совокупное распределение» в программе) как показано на рис. 1.6.

По заданному значению $P_{б.д}$ определяют величину $l - P_{б.д}$ и по графику расчетной вероятности находят $l_{ТО} = 15$ тыс. км (рис. 1.7).

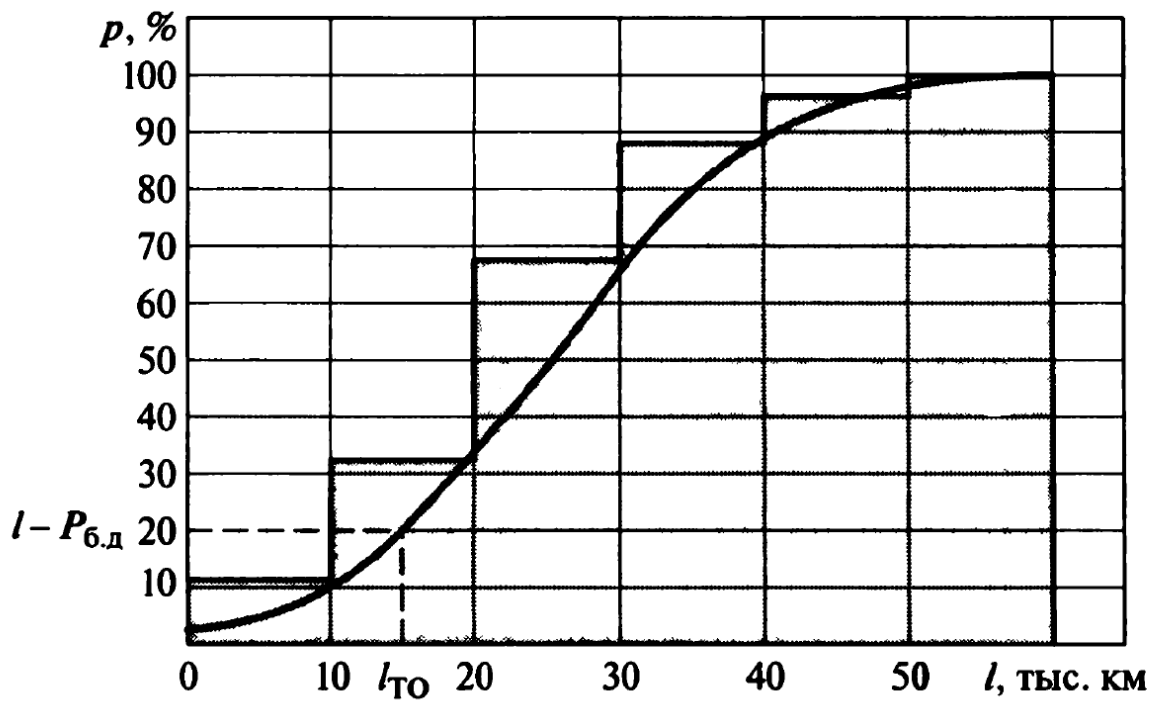


Рисунок 1.7 – Изменение вероятности отказа ($l - P_{б.д.}$) системы питания двигателя КАМАЗ-ЕВРО по наработке l

Самостоятельная работа 2.

Определение периодичности ТО по коэффициенту рациональной периодичности

Используя предыдущие данные, найти периодичность ТО по формуле (1.5) и данным номограммы (см. рис. 1.6).

Пример решения самостоятельной работы

Средняя наработка на отказ составляет $\bar{l} = 25$ тыс. км; коэффициент вариации $V_l = 0,486$. При заданном уровне $P_{б.д.}$ с учетом коэффициента вариации по номограмме (см. рис. 1.6) определяют $\beta = 0,53$, следовательно, $l_{ТО} = 25 \cdot 0,53 = 13,25$ тыс. км.

Содержание отчета

Отчет по работе должен отражать наиболее важные положения по методике определения периодичности ТО по изменению вероятности безотказной работы с обязательным включением следующих сведений:

- название и цель работы;
- описание методики определения периодичности ТО по изменению вероятности безотказной работы;
- исходные данные индивидуального задания и результаты.
- расчетов периодичности ТО;
- графики распределения наработки на отказ, ресурса и накопленной частоты;
- выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение вероятности отказа и безотказной работы.
2. Чему равна сумма вероятностей отказа и безотказной работы?
3. Назовите допустимый уровень вероятности безотказной работы.
4. Что такое коэффициент опасности отказа?
5. Поясните смысл коэффициента рациональной периодичности.

Практическая работа 1.3.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПО ИЗМЕНЕНИЮ И ДОПУСТИМОМУ УРОВНЮ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРА

Цель работы — изучить методику расчета периодичности ТО по изменению и допустимому уровню диагностического параметра.

Общие сведения и основные понятия

Значительная часть отказов относится к профилактируемым (постепенным, закономерным). Изменение конкретного показателя технического состояния — диагностического параметра, которым он количественно оценивается по косвенным признакам его проявления, в процессе эксплуатации происходит с различной интенсивностью, что обусловлено действием многих факторов (кривые 7, 2, 4, 5 на рис. 1.8). В среднем для этой группы тенденция изменения характеризуется кривой 3. По ней и допустимому уровню Y_d диагностического параметра можно определить среднюю наработку L_3 (\bar{l}), когда в среднем вся совокупность изделий достигнет допустимого значения (Y_d). Этой средней наработке соответствует средняя интенсивность изменения технического состояния a . При этом изделия, имеющие большую интенсивность изменения технического состояния $a > \bar{a}$ (кривые 1, 2 на рис. 1.8), достигают предельного состояния значительно раньше при наработку l_1, l_2 меньшей, чем $\bar{l} = l_3$. Следовательно, при периодичности \bar{l} для них с вероятностью $F = 0,5$ наступает отказ.

Подобная система является нерациональной, так как затраты на устранение отказа значительно превосходят затраты на их предупреждение. Поэтому назначают такую периодичность $l_0 = \bar{l}$, при которой вероятность отказа не будет превышать риска F , мер $F = F_2$. Этот случай соответствует большей интенсивности изменения технического состояния, чем средняя, называемой максимально допустимой: $\alpha_2 = \mu \bar{\alpha}$, где μ — коэффициент максимальной интенсивности изменения технического состояния. При этом должно соблюдаться условие

$$P_{бдi}(\alpha_i \leq \alpha_d) = l - F = P_{б.д}$$

где α_i, α_d - соответственно текущее и допустимое значение интенсивности изменения технического состояния;

$P_{бдi}(\alpha_i \leq \alpha_d)$ вероятность того, что $\alpha_i \leq \alpha_d$;

$P_{б.д}$ — допустимая вероятность безотказной работы.

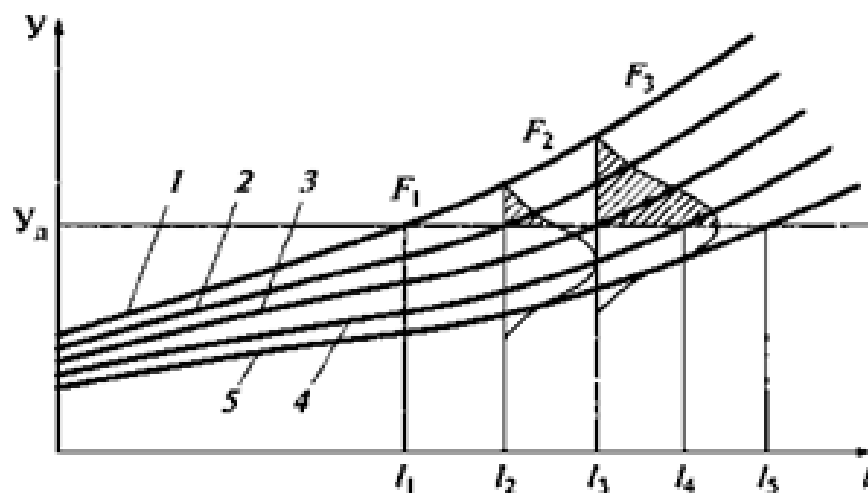


Рисунок 1.8 – Схема определения периодичности технического обслуживания $l_{Т0}$ по изменению и допустимому уровню показателя технического состояния Y_d : 1-5 – варианты зависимостей технического состояния отдельных элементов автомобиля от пробега l

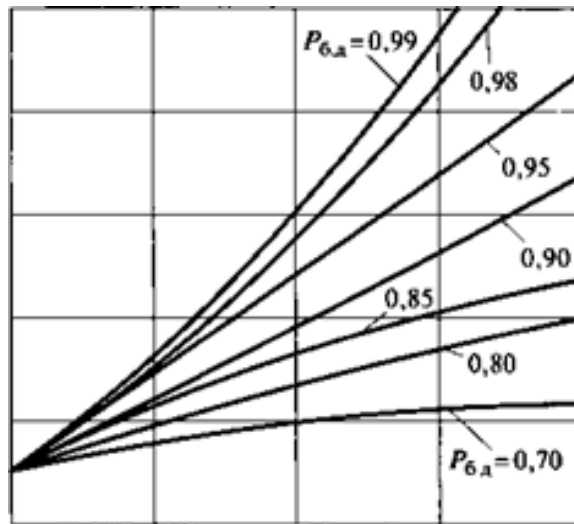


Рисунок 1.9 – Влияние коэффициента вариации V на коэффициент максимальной интенсивности изменения технического состояния μ

На коэффициент μ влияют степень риска, вариация V и вид закона распределения случайной величины. Чем больше V или $P_{д.}$, тем больше μ и меньше оптимальная периодичность ТО (рис. 1.9).

Данный метод используется для элементов автомобиля с явно фиксируемыми показателями технического состояния (изнашиваемые узлы, механизмы, техническое состояние которых поддерживают путем регулировочных работ (клапанный, тормозной механизмы, топливная аппаратура и др.)). Для регулировочных работ характерны значения $V= 0,5...0,8$, при которых $\mu= 1,6... 2,1$, т.е. рациональная периодичность ТО будет в 1,6 —2,1 раза ниже средней.

Порядок выполнения работы

Занятие проводится под руководством преподавателя с группой студентов. После изучения методических указаний каждый студент получает персональные данные для расчета (таблица значений диагностического параметра) и под контролем преподавателя

выполняет необходимые вычисления по определению периодичности ТО, используя при этом пример задания.

По окончании учебных занятий оформляется отчет по работе и осуществляется его защита.

Задание.

Определение периодичности ТО по изменению диагностического параметра

По изменению диагностического параметра в процессе эксплуатации (табл. 1.4) найти периодичность ТО.

Таблица 1.4 – Зависимость диагностического параметра Y от наработки l

l , тыс. км	1	2	3	4	5
Y	1,5	2,2	2,5	3,8	4,3

Пример решения

Допустимый уровень диагностического параметра принимают как $Y_d = 5,8$. Допустимая вероятность безотказной работы $P_{б.д} = 0,8$, коэффициент вариации равен 0,4.

Строят зависимость уровня диагностического параметра от наработки и определяют ее показатели, приняв, что зависимость имеет экспоненциальный характер:

$$Y = Y_0 e^{bl}, \quad (1.6)$$

где Y_0 – значение параметра в начале эксплуатации;

b – коэффициент интенсификации;

l – наработка.

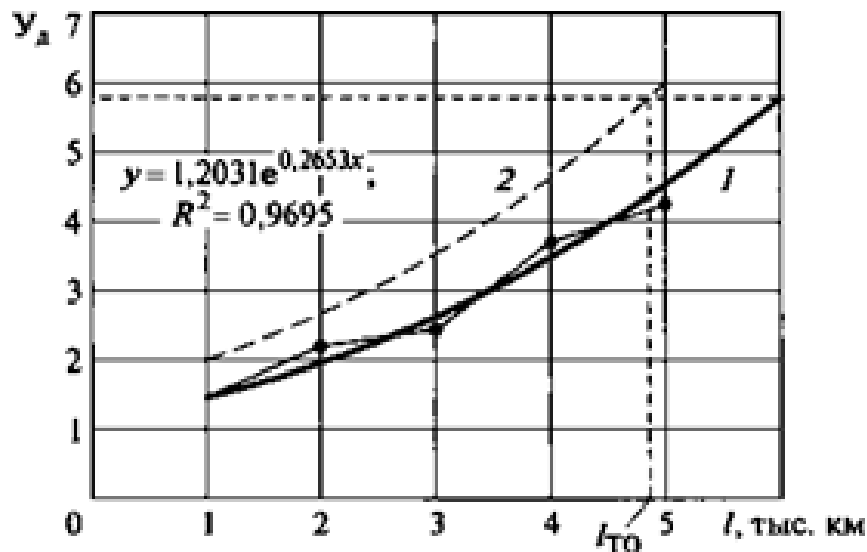


Рисунок 1.10 – Зависимость диагностического параметра от наработки: 1 – среднее значение; 2 – с учетом коэффициента максимальной интенсивности изменения технического состояния μ

Воспользовавшись программой Excel и табл. 1.4, строят график и определяют коэффициенты уравнения (1.6) Y_0 и b .

Определяют коэффициент μ с учетом заданных значений $P_{б,д}$ и V по номограмме (см. рис. 1.9). В данном случае $\mu = 1,33$. С учетом этого на рис. 1.10 построена кривая 2. Учитывая допустимый уровень диагностического параметра $Y_d = 5,8$, по кривой 2 определяют периодичность ТО: $l_{TO} = 4,8$ тыс. км.

Содержание отчета

Отчет по работе должен отражать наиболее важные положения по методике определения периодичности ТО по изменению диагностического параметра с включением следующих сведений:

- название и цель работы;
- описание методики определения периодичности ТО по изменению диагностического параметра;
- исходные данные и результаты расчетов периодичности ТО;
- график изменения уровня диагностического параметра в зависимости от наработки;
- выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите критерии предельного значения диагностического параметра.
2. Дайте определение допустимого уровня диагностического параметра.
3. Объясните смысл коэффициента максимальной интенсивности изменения технического состояния.

Практическая работа 1.4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПО ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОМУ МЕТОДУ

Цель работы — изучить методику расчета периодичности ТО по технико-экономическому методу.

Общие сведения и основные понятия

Данный метод основан на минимизации суммарных удельных затрат на ТО и текущий ремонт (ТР). Минимальным удельным затратам соответствует оптимальная периодичность l_0 обслуживания.

При этом удельные затраты на ТО составляют

$$C'_{ТО} = \frac{C_{ТО}}{l},$$

где l – периодичность ТО;

$C_{ТО}$ – разовые затраты на ТО.

При увеличении периодичности ТО разовые затраты ($C_{ТО}$) или остаются постоянными, или незначительно возрастают, а удельные затраты значительно сокращаются. Увеличение периодичности ТО повышает вероятность отказа элементов автомобиля, а следовательно, увеличивает затраты на текущий ремонт (ТР) $C_{ТР}$.

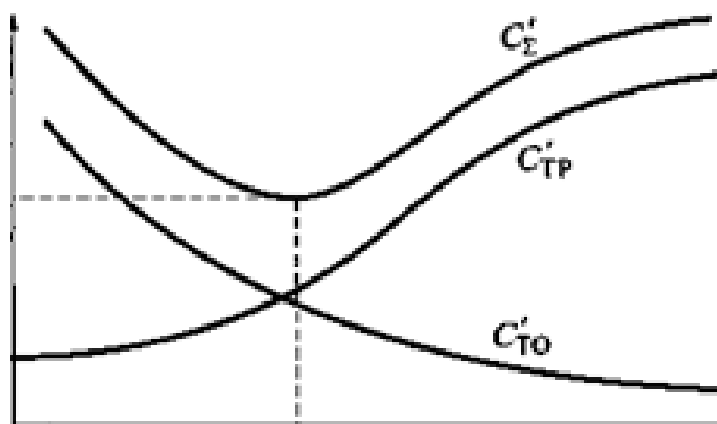


Рисунок 1.11– Определение оптимальной периодичности технического обслуживания l_0 по технико-экономическому методу: C' – удельные затраты на ТО и ТР

Поскольку абсолютные затраты на ТР практически пропорциональны вероятности отказов $P(l)$, удельные затраты на ТР составляют

$$C'_{ТР} = \frac{C_{ТР}P(l)}{l}$$

Определить минимум суммарных удельных затрат

$$C'_{\Sigma} = C'_{ТО} + C'_{ТР} \quad (1.7)$$

можно графически или аналитически при известных формах зависимостей $C'_{ТО} = f(l)$ и $C'_{ТР} = \varphi(l)$ (рис. 1.11).

Этот метод используется для нахождения оптимальной периодичности большинства операций, не связанных с безопасностью движения. Если при назначении уровня риска учитывать потери, связанные с дорожно-транспортным происшествием, то метод можно применять для операций, влияющих на безопасность движения.

Технико-экономический метод требует тщательного учета затрат на ремонт и ТО, а также учета условий эксплуатации автомобилей в течение длительной эксплуатации.

Порядок выполнения работы

Занятие проводится под руководством преподавателя с группой студентов. После изучения методических указаний каждый студент получает персональные данные для расчета (таблица значений затрат на ТО и ремонт) и под контролем преподавателя выполняет необходимые вычисления по определению периодичности ТО, используя при этом пример задания. По окончании учебных занятий оформляется отчет по работе и осуществляется его защита.

Задание

Определение периодичности ТО по технико-экономическому методу

Определить периодичность ТО, если известно, его составляет тыс. руб. В результате наблюдений за отказами автомобилей найти значения удельных затрат на ТР, которые представлены в табл. 1.5.

Пример решения

Определяют периодичность ТО, если известно, что стоимость его составляет 5 тыс. руб. В результате наблюдений за отказами автомобилей найдены значения удельных затрат на ТР, которые представлены в табл. 1.5.

Воспользовавшись программой Excel и табл. 1.5, строят графики и определяют коэффициенты уравнения суммарных удельных затрат в виде полинома третьей степени (рис. 1.12). Из приведенных экспериментальных данных (см. табл. 1.5, рис. 1.12) видно, что минимум суммарных затрат наступает при периодичности ТО 3...4 тыс. км.

Таблица 1.5 – Зависимость удельных затрат от периодичности технического обслуживания, руб./тыс. км

Периодичность ТО, тыс. км	1	2	3	4	5	6	7
Удельные затраты на ТО $C'_{то}$	5	2,5	1,66	1,25	1	0,83	0,71
Удельные затраты на ТР $C'_{тр}$	0,8	1,2	1,5	2	2,5	2,9	3,2
Суммарные удельные затраты на ТО и ТР	5,8	3,7	3,16	3,25	3,5	3,73	3,91

Однако вследствие неточности учета статистических данных целесообразно использовать расчетную зависимость суммарных удельных затрат (формула (1.7)), по которой периодичность ТО составляет 3,4 тыс. км. Точнее периодичность ТО определяют по уравнению кривой (см. рис. 1.12), продифференцировав его и приравняв производную к нулю

Содержание отчета

Отчет по работе должен отражать наиболее важные положения по методике определения периодичности ТО по технико-

экономическому методу с обязательным включением следующих сведений:

- название и цель работы;
- описание методики определения периодичности ТО по технико-экономическому методу;
- исходные данные и результаты расчетов периодичности ТО;
- график изменения затрат на ТО и ремонт в зависимости от наработки;
- выводы по работе.

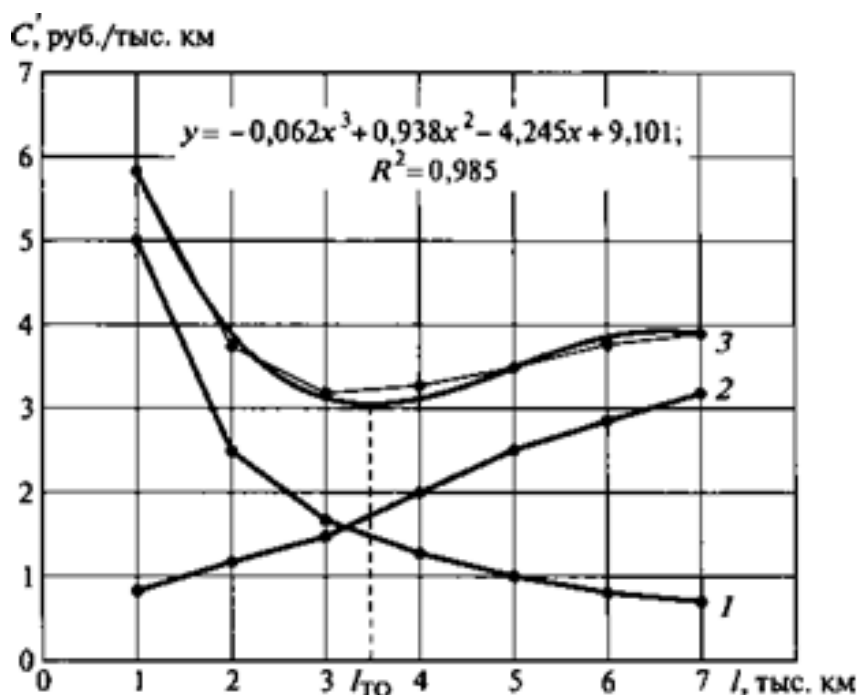


Рисунок 1.12 – Зависимость удельных затрат C' на техническое обслуживание (1), текущий ремонт (2) и суммарных удельных затрат (3) от периодичности $l_{ТО}$: R^2 — показатель достоверности

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое удельные затраты?

2. Назовите условия оптимальной периодичности ТО.
3. К техническому обслуживанию каких элементов автомобиля применим технико-экономический метод?
4. С увеличением периодичности ТО удельные затраты на ТР возрастают или уменьшаются?
5. Зависит ли стоимость работ от периодичности их выполнения?

Практическая работа 1.5

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПЛАНОВЫХ РЕМОНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКОНОМИКО- ВЕРОЯТНОСТНОГО МЕТОДА

Цель работы — изучить методику использования экономико-вероятностного метода для оптимизации периодичности плановых ремонтов автомобиля.

Общие сведения и основные понятия

Рассмотрим решение задачи по определению периодичности предупредительных ремонтов, когда через некоторое время эксплуатации t_3 автомобиля определенная деталь, узел или агрегат заменяют или ремонтируют в обязательном порядке.

Для определения величины оптимального количества ремонтов детали, узла или агрегата за время T , при котором готовность рассматриваемого автомобиля максимальна, используют формулу

$$e^{-\frac{\mu+\lambda}{k}T} = \frac{1 - \frac{\mu}{\lambda}(\mu + \lambda)t_0}{e^{(\mu+\lambda)} \left[1 - \frac{\mu + \lambda}{\lambda}T \right]} \quad (1.8)$$

где μ — плотность (интенсивность) потока восстановлений;

λ — плотность потока отказов;

k — количество плановых обслуживаний за время T ;

t_0 — время выполнения плановых обслуживаний.

Количество плановых ремонтов деталей, узлов или агрегатов, при которых издержки из-за простоя и ремонтов будут минимальными, определяют из уравнения

$$e^{-\frac{\mu+\lambda}{k}T} = \frac{1 - \frac{(\mu+\lambda)^2}{\lambda} \left(\frac{C_n}{C_a} - \frac{\lambda}{\mu+\lambda} \right) t_0}{e^{(\mu+\lambda)t_0} \left[1 - \frac{\mu+\lambda}{k} T \right]} \quad (1.8)$$

где C_a, C_n — средние суммарные затраты средств в единицу времени при внеплановых и плановых мероприятиях по восстановлению работоспособности автомобиля из-за отказа рассматриваемой детали, узла или агрегата.

Из правой части уравнения (1.8) следует, что назначение плановых ремонтов узла или агрегата с точки зрения их максимальной готовности целесообразно лишь при выполнении условия

$$\frac{\lambda}{\mu+\lambda} > t_0 \mu. \quad (1.10)$$

Аналогично из уравнения (1.9) следует, что необходимым условием, при котором назначение плановых ремонтов экономически обоснованно, будет выполнение неравенства

$$\frac{\lambda}{\mu+\lambda} \left[1 + \frac{1}{(\mu+\lambda)t_0} \right] > \frac{C_n}{C_a}. \quad (1.11)$$

Если условия (1.10) и (1.11) не выполняются, назначать обязательные плановые ремонты детали, узла или агрегата не следует, так как это приведет к ухудшению показателей эксплуатации автомобиля.

Промежутки времени t_3 эксплуатации между заменами деталей, узлов и агрегатов (периодичность замены) можно определить из неравенства

$$P_{\text{бmin}} \geq \frac{P_{\text{бmax}}}{t_3 + t_0} (1 - e^{-\lambda t_3}) \quad (1.12)$$

где $P_{бmin}$, $P_{бmax}$ — значения минимальной и максимальной вероятности безотказной работы соответственно (задаются в зависимости от степени ответственности рассматриваемого элемента автомобиля).

Для использования приведенных ранее зависимостей в практических расчетах необходимо знать величины плотности потоков отказов λ и восстановлений μ , которые могут быть установлены статистическим путем.

При этом следует учитывать, что на количество случаев ремонта (потока отказов) влияет ряд факторов, зависящих только от организации работы автотранспортного предприятия, а не от технической надежности элементов автомобиля. К таким факторам относятся качество технического обслуживания и ремонта, состояние материальной базы и материально-технического снабжения и т. п. Простой автомобилей из этого ряда причин следует исключить.

Экономико-вероятностный метод позволяет расчетным путем определить оптимальное количество плановых обслуживании и ремонтов деталей, узлов, механизмов и агрегатов с точки зрения экономической целесообразности их технической готовности.

Решение этой задачи заключается в отыскании таких соотношений между случайными выходами и плановыми выводами автомобиля из эксплуатации, при которых общие простои или затраты средств на восстановление его работоспособности будут минимальными.

Порядок выполнения работы

Техническое обеспечение и место выполнения — компьютерный класс, программное средство Excel, карточки со значениями интенсивности потоков отказов λ и восстановлений μ для расчета периодичности ТО по экономико-вероятностному методу.

Занятие проводится под руководством преподавателя с группой студентов.

После изучения методических указаний каждый студент получает персональные данные для расчета (величины плотности потоков отказов λ и восстановлений μ) и под контролем преподавателя выполняет необходимые вычисления по определению периодичности ТО с помощью экономико-вероятностного метода, используя при этом приведенные формулы.

По окончании учебных занятий оформляется отчет по работе и осуществляется его защита.

Содержание отчета

Отчет по работе должен отражать наиболее важные положения по методике определения периодичности ТО по экономико-вероятностному методу с включением следующих сведений:

- название и цель работы;
- описание методики определения периодичности ТО по экономико-вероятностному методу;
- исходные данные и результаты расчетов периодичности ТО;
- выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как определить плотность потока отказов?
2. Сформулируйте условие оптимальности количества ремонтов за заданное время эксплуатации.

Практическая работа 1.6.
РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО СРОКА СЛУЖБЫ
АВТОМОБИЛЯ

Цель работы — изучить метод определения срока службы транспортного средства, который основан на точном учете затрат на ремонт в процессе его эксплуатации, а также на маркетинговых исследованиях рынка транспортных средств, бывших в употреблении.

Общие сведения и основные понятия

Транспортные расходы, в том числе расходы на содержание транспортных средств, в структуре затрат на логистику занимают свыше 40 %. Сократить эту статью расходов позволяет своевременная замена транспортного средства.

Решение данной задачи основано на том, что всякое транспортное средство (автомобиль, погрузчик и т.д.) в процессе эксплуатации имеет индивидуальные расходы на ремонт. Система учета затрат на поддержание работоспособности транспортных средств должна обеспечивать выявление изношенной техники, замену которой нужно проводить в первую очередь.

Для нахождения точки (срока) замены необходимо определить следующие функции:

$f_1(x)$ — зависимость расходов на ремонт, приходящихся на единицу выполненной автомобилем работы, от количества выполненной работы;

$f_2(x)$ — зависимость расхода капитала, приходящегося на единицу выполненной работы, от количества выполненной работы.

Найденные зависимости $f_1(x)$ и $f_2(x)$ дают возможность определить функцию $F(x)$ — зависимость суммарных затрат, т.е. расходов на ремонт и капитала, от величины пробега. Минимальное значение функции $F(x)$ укажет оптимальный срок замены l_0 транспортного средства.

Для применения этого метода на предприятии следует обеспечить точный учет расходов на ремонт каждой единицы техники в привязке к выполненной транспортной работе. При этом наработка измеряется пробегом автомобиля l , тыс. км. Для погрузочно-разгрузочной и некоторых других видов техники наработку измеряют в моточасах, для чего на таких транспортных средствах устанавливают часовые механизмы, фиксирующие отработанное время.

Учет затрат на ремонт позволяет найти лишь одну из двух зависимостей, требуемых для принятия решения о замене техники. Другая зависимость ($f_2(x)$) выявляется в результате проведения маркетинговых исследований, включающих в себя анализ состояния и прогноз развития рынка подержанной техники. Задачей службы маркетинга является также реклама реализуемой предприятием техники.

Порядок выполнения работы

Техническое обеспечение и место выполнения — компьютерный класс, программное средство Excel, набор карточек с данными

Расчет точки замены автомобиля рекомендуется выполнить по форме, представленной в табл. 1.6, в соответствии с заданием (табл. 1.7).

По окончании учебных занятий оформляется отчет по работе и осуществляется его защита. Занятие проводится под руководством преподавателя с группой студентов.

Таблица 1.7 – Исходные данные для расчета точки минимума суммарных затрат (начальная стоимость автомобиля 40000 руб.)

Год	Пробег, тыс. км	Годовые затраты на ремонт, тыс. руб.	Удельные затраты на ремонт, тыс. руб./тыс. км	Рыночная стоимость машины к концу периода, тыс. руб.	Удельная стоимость машины тыс. руб./тыс. км,	Суммарные удельные затраты, тыс. руб./тыс. км
1-й	100	300	3	34000	340	343
2-й	200	900	6	29600	148	154
3-й	300	2 700	13	25 900	86,3	99,3
4-й	400	9 000	32,25	22 800	57	89,25
5-й	500	12 000	49,9	20 500	41	90,9
6-й	600	18 000	71,5	18 400	30,75	102,25

Задание. Определение срок службы автомобиля

Для определения зависимости $f_1(x)$:

- определяют затраты на ремонт нарастающим итогом (последовательно их складывая по каждому интервалу пробега) к концу каждого года эксплуатации. По результатам расчетов заполняют графу 4 табл. 1.6;

- определяют затраты на ремонт в расчете на 1 км пробега автомобиля. Для этого затраты на ремонт к концу n –го периода, исчисленные нарастающим итогом, т. е. данные графы 4 табл. 1.6, делят на суммарный пробег автомобиля к концу этого же периода.

Полученные результаты заносят в графу 5, данные которой в совокупности образуют табличную запись функции $f_1(x)$

Для определения $f_2(x)$:

- определяют величину потребленного капитала к концу каждого периода эксплуатации. Эта величина рассчитывается как разница между первоначальной стоимостью автомобиля и его стоимостью на рынке транспортных средств, бывших в употреблении, к концу соответствующего периода эксплуатации (данные графы 6).

Найденные значения потребленного капитала вносят в графу 7 итоговой табл. 1.6;

- определяют величину потребленного капитала в расчете на 1 км пробега автомобиля. С этой целью значения графы 7 делят на соответствующие величины пробега (данные графы 2). Результаты, образующие множество значений функции $f_2(x)$, заносят в графу 8.

Для определения $F(x)$ находят общие затраты в расчете на 1 км пробега. Для этого построчно складывают данные граф 5 и 8, а результаты, также построчно, вписывают в графу 9. Данные графы 9 образуют множество значений целевой функции $F(x)$, минимальное значение которой указывает на точку замены автомобиля.

Графы 2, 4 и 6 заполняют в соответствии с индивидуальным вариантом задания.

Заполнение всех граф табл. 1.6 завершает определение функций $f_1(x)$ $f_2(x)$ и $F(x)$ в табличной форме.

Для лучшего представления материала перечисленные зависимости оформляют также в графической форме (рис. 1.13).

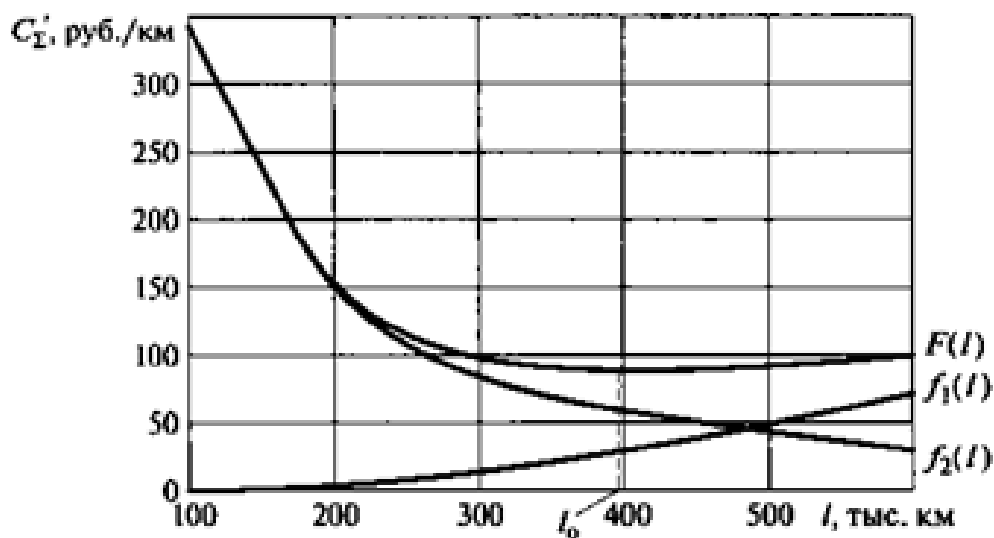


Рисунок 1.13 – Определение оптимального срока службы автомобиля

Содержание отчета

Отчет по работе должен отражать наиболее важные положения по методике определения срока службы автомобиля по технико-экономическому методу с обязательным включением следующих сведений:

- название и цель работы;
- описание методики определения срока службы автомобиля по технико-экономическому методу;
- исходные данные и результаты расчетов срока службы автомобиля;

- выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные причины роста удельных затрат на обеспечение работоспособности автомобиля в процессе его эксплуатации.
2. Сформулируйте условие оптимальности срока службы автомобиля.
3. Приведите порядок соотношения затрат на обеспечение работоспособности автомобиля и затрат на его изготовление.

Практическая работа 1.7

ГРУППИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА

Цель работы — изучить методику группирования операций ТО и предупредительного ремонта (ПР).

Общие сведения и основные понятия

Абсолютные затраты на ремонт при определенной наработке C_l , определяются с учетом стоимости устранения отказа C_i , и вероятности его появления P_{li} :

$$C_l = \sum_{i=1}^k P_{li} C_i$$

где k — число взаимосвязанных (рассматриваемых в конкретном случае) элементов.

Аналитическое выражение зависимости C_l от l представляет собой композицию законов распределения с различными параметрами. Для упрощения ее можно аппроксимировать более простой степенной зависимостью в виде

$$C_l = C_{0l} + \alpha l^n$$

где C_{0l} — затраты на ремонт при $l = 0$ (на устранение внезапных отказов хотя и с малой вероятностью); α , n — параметры, определяемые по экспериментальным статистическим данным, характеризуют интенсивность возрастания затрат ($n > 1$).

С учетом этого суммарные удельные затраты на обеспечение работоспособности элементов составляют

$$C' = \frac{C_l}{l} + \frac{C_l}{l} + al^{n-1}$$

где C_n — затраты на ПР (плановый ТР).

При проведении ТО и ПР целесообразно группировать ремонтные воздействия для сокращения простоя в ремонте. Одним из наиболее действенных методов группирования ремонтных воздействий является технико-экономический, широко используемый для группирования профилактических операций в виды ТО.

Например, в двигателе можно объединить замену вкладышей и поршневых колец при одной наработке. При этом рациональная наработка до ТО или ПР обоих сопряжений находится между рациональными значениями для каждого сопряжения (рис. 1.14).

При объединении замен в один ремонт повышаются удельные затраты для обоих сопряжений как от недоиспользованного ресурса одного сопряжения, так и от повышения вероятности аварийных повреждений другого. Однако при одновременном ремонте обоих сопряжений сокращается простой в ремонте, а следовательно, и потери прибыли от простоя. Исходя из этого условие целесообразности объединения ремонта двух сопряжений можно записать в виде

$$C'_{1min} + C'_{2min} + P(\tau'_1 + \tau'_2) \geq C'_{\Sigma min} + P_{\tau'_\Sigma}$$

где C'_{1min} , C'_{2min} , $C'_{\Sigma min}$ — минимум удельных затрат соответственно на первое, второе сопряжение и оба вместе (рис. 1.14); P — прибыль от работающего автомобиля (машины) в единицу времени;

$\tau'_1, \tau'_2, \tau'_\Sigma$ — удельный простой в ремонте соответственно только первого, второго сопряжений и обоих вместе.

В общем случае при объединении по наработке ТО или ПР нескольких элементов условие целесообразности группирования примет вид

$$\sum_{j=1}^m C'_{jmin} + P \sum_{j=1}^m \tau'_j \geq C'_{\Sigma min} + P \tau'_\Sigma$$

где m — число группируемых элементов (воздействий).

При целесообразности группирования ремонтов нескольких элементов по условию (1.13)

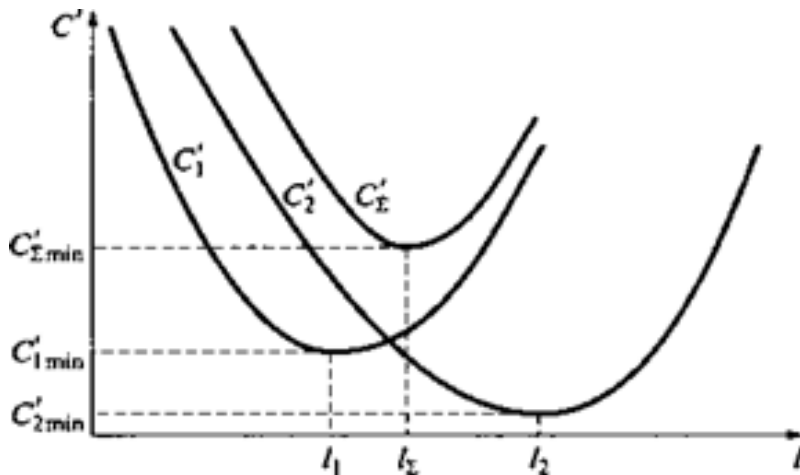


Рисунок 1.14 – Определение рациональной наработки l_{Σ} до одновременного ремонта двух элементов при различной рациональной наработке для каждого элемента l_1 и l_2

определяется рациональная наработка до ТО или ПР всех группируемых элементов $l_{n\Sigma}$ путем дифференцирования уравнения суммарных, по всем группируемым элементам удельных затрат, которое имеет вид

$$C'_\Sigma = \frac{1}{l} \sum_{j=1}^m (C_{\Pi} - C_0)_j + \sum_{j=1}^m \alpha_j n_j l^{n-1} \quad (1.14)$$

Аналитическое выражение l_Σ после дифференцирования функции (1.14) затруднено из-за большого количества параметров и членов уравнения. В общем случае l_Σ определяют приближенно (геометрически) с учетом величины затрат на ремонт каждого группируемого элемента. Используя рис. 1.14, можно составить пропорцию для двух элементов:

$$\frac{l_\Sigma - l_1}{l_2 - l_\Sigma} = \frac{C'_2}{C'_1}$$

Откуда

$$l_\Sigma = \frac{C_1 l_1 + C_2 l_2}{C_1 + C_2} \quad (1.15)$$

где C'_1, C'_2 — удельные минимальные затраты по элементам; l_1, l_2 — рациональные значения наработки до ПР элементов.

Аналогично и для нескольких группируемых элементов:

$$l_{\Pi\Sigma} = \frac{\sum_{j=1}^m l_{pj} C_{j \min}}{\sum_{j=1}^m C_{j \min}}$$

В данных формулах не учтено изменение затрат на ремонт отдельных элементов из-за отклонений их фактических значений наработки до замены от рационального значения для данного элемента вследствие изменения вероятности аварийных повреждений. Однако можно считать, что это изменение взаимно компенсируется за счет повышения наработки до ремонта одного элемента и понижения для другого. Приведенные формулы (1.12), (1.13), (1.15), (1.16) легко табулируются с помощью компьютера. Можно, ис-

пользуя формулу (1.15), определить l_{Σ} для многих элементов путем поэтапного объединения элементов в пары. Для удобства определения l_{Σ} целесообразно использовать номограмму, приведенную на рис. 1.15, в зависимости от соотношения затрат на ремонт и ресурсов элементов

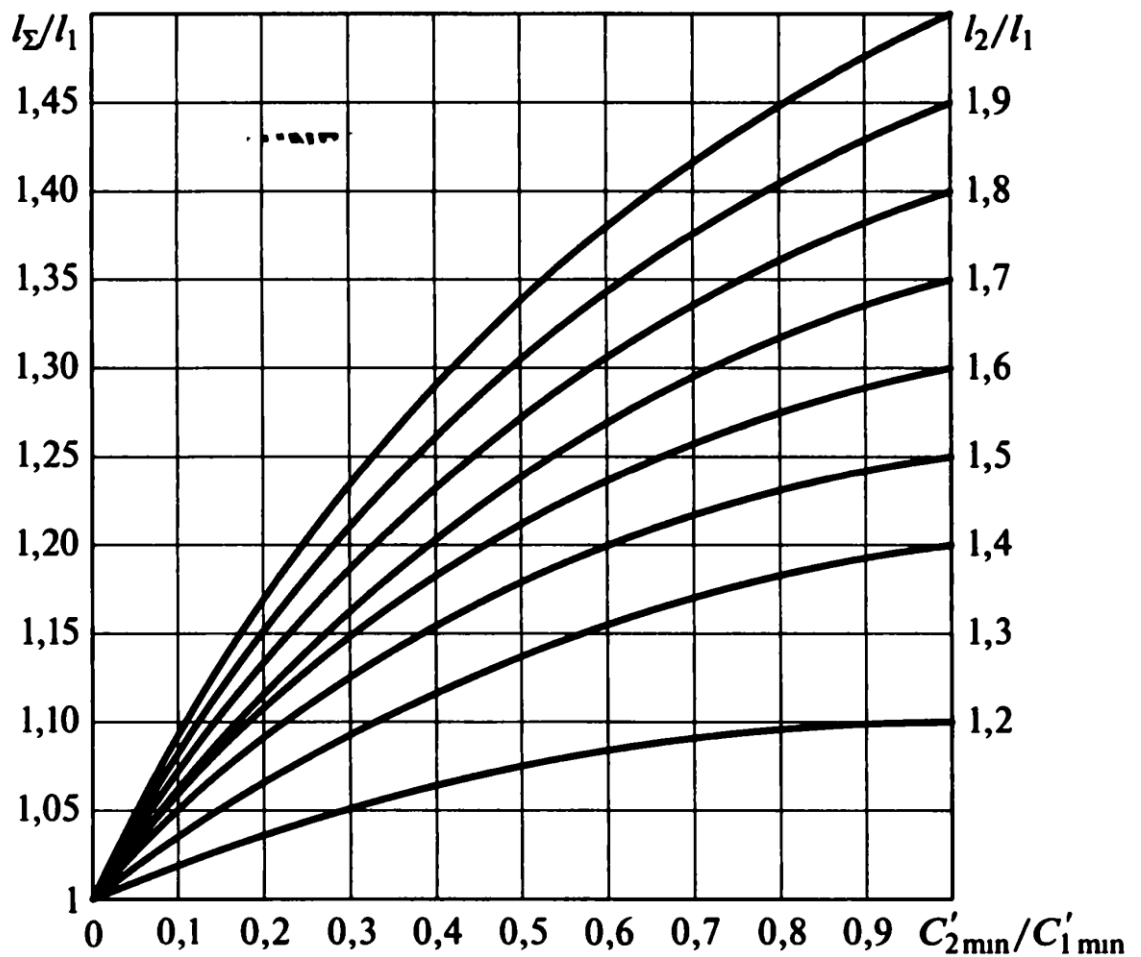


Рисунок 1.15 – Номограмма для определения наработки до ремонта l_{Σ}

, двух элементов в зависимости от соотношения их минимальных затрат и оптимальных ресурсов l_1/l_2

Следует отметить, что приведенную методику объединения воздействий можно использовать как в пределах отдельного агрегата, так и для нескольких агрегатов автомобиля.

Порядок выполнения работы

Техническое обеспечение и место выполнения — компьютерный класс, программное средство Excel, набор карточек с данными для расчета группировки операций по ТО и ПР по технико-экономическому методу.

Занятие проводится под руководством преподавателя с группой студентов.

После изучения методических указаний каждый студент получает персональные данные для расчета (коэффициенты уравнений (1.17) и (1.18), см. далее) и под контролем преподавателя выполняет необходимые вычисления по определению оптимальной наработки до ПР группы элементов, используя при этом пример задания.

По окончании учебных занятий оформляется отчет по работе и осуществляется его защита.

Задание. Определить оптимальный пробег для группирования предупредительного ремонта подшипников коленчатого вала и цилиндропоршневой группы

Пример 1.7. Определяют оптимальный пробег для группирования ПР подшипников коленчатого вала (ПКВ) и цилиндропоршневой группы (ЦПГ), если зависимость абсолютных затрат от пробега ПКВ имеет вид

$$C_1 = 0,00003805l^3 - 0,002716l^2 + 0,4969l + 9,649 \quad (1.17)$$

зависимость абсолютных затрат от пробега ЦПГ двигателя

$$C_1 = 0,004433l^2 - 0,18l + 2,578 \quad (1.18)$$

Для решения задачи необходимо:

- рассчитать удельные значения затрат на ремонт ПКВ и ЦПГ;
- задавая ряд значений, построить зависимость суммарных удельных затрат C_{Σ}
- от пробега l до совместного ремонта ПКВ и ЦПГ;
- по полученному графику определить оптимальное значение пробега до совместного ремонта ПКВ и ЦПГ;
- определить оптимальное значение пробега по номограмме совместного ремонта ПКВ и ЦПГ (рис. 1.15);
- определить оптимальное значение пробега совместного ремонта ПКВ и ЦПГ по формуле (1.15);
- результаты вычислений представить в виде графиков и таблиц;
- сравнить результаты вычислений, сделанных различными методами;
- сделать вывод об оптимальном пробеге до ПР элементов ПКВ и ЦПГ.

Содержание отчета

Отчет по работе должен отражать наиболее важные положения по методике группирования операций ТО и ПР по технико-экономическому методу и содержать следующие сведения:

- название и цель работы;

- описание методики группирования операций ТО и ПР по технико-экономическому методу;
- исходные данные и результаты расчетов сроков проведения ПР группы элементов автомобиля;
- выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Охарактеризуйте сущность технико-экономического метода определения наработки до ремонта группы элементов автомобиля.
2. Перечислите методы группирования профилактических и ремонтных воздействий.
3. Сформулируйте условие целесообразности группирования ремонтных воздействий.
4. Приведите формулу для определения наработки до ремонта группы элементов автомобиля.

Практическая работа 1.8

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ, НОРМАТИВОВ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМОБИЛЯ

Цель работы — изучить методику оценки точности, нормативов и эффективности диагностирования технического состояния элементов автомобиля.

Общие сведения и основные понятия

Для оценки точности и эффективности диагностирования используется ряд показателей, основными из которых являются однозначность, чувствительность, стабильность и информативность. Проведем оценку с точки зрения предъявляемых к диагностическим параметрам требований.

Требование однозначности характеризуется отсутствием экстремума в зависимости диагностического параметра от структурного:

$$\frac{dS}{dx} \neq 0$$

где dS , dx — изменение соответственно диагностического и структурного параметра.

Собранные статистические данные по износу деталей и диагностическим параметрам элементов автомобиля позволяют определить параметры зависимости диагностических параметров от структурных на компьютере.

Чувствительность диагностического параметра оценивается коэффициентом чувствительности

$$k_{\text{ч}} = \left| \frac{dS}{dx} \right|$$

При линейной зависимости S от x ($S = S_0 + bx$) коэффициент чувствительности $k_{\text{ч}}$ равен параметру b .

Стабильность диагностического параметра характеризуется величиной его рассеивания при неизменном значении структурного. Проведенные 25 независимых измерений диагностического параметра при неизменном значении структурного позволяют определить параметры распределения и абсолютную погрешность ΔS выбранного диагностического параметра $t_{p,n}$ по формуле

$$\Delta S = t_{p,n} \frac{\sigma_S}{\sqrt{n}} \quad (1.19)$$

где $t_{p,n}$ — критерий Стьюдента при доверительной вероятности P и числе измерений n ; σ_S — среднеквадратическое отклонение единичного измерения параметра S . Относительная погрешность (точность) определяется делением абсолютной погрешности на среднее значение параметра.

Информативность диагностического параметра оценивается повышением вероятности состояния объекта диагностирования после диагностирования. Ее можно оценить по результатам анализа распределений диагностического параметра по исправным и неисправным объектам диагностирования. Такие распределения получают по результатам измерений указанных диагностических параметров по исправным и неисправным элементам. Для оценки значимости различия средних значений исправных и неисправных S_2

элементов, следовательно, информативности параметра S , определяют критерий Стьюдента

$$t = \frac{|\bar{S}_2 - \bar{S}_1|}{\sigma \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

где σ — среднее значение среднеквадратических отклонений измеренных параметров у исправных и неисправных элементов;

n_1, n_2 — объем выборок.

Если расчетный критерий Стьюдента t_p больше критического $t_{кр}$ при доверительной вероятности 0,9, то различие \bar{S}_1 и \bar{S}_2 значимо с доверительной вероятностью 0,9 и выше, т. е. диагностический параметр можно считать информативным.

Об эффективности диагностирования можно судить по отношению удельных затрат при предупредительном ремонте с диагностированием C_1' к удельным затратам при предупредительном ремонте без диагностирования при назначенной наработке C_2' :

$$C_1' = \frac{CP_0 + C_{\Pi}P_6}{l_p P_6 + l_p \int_0^1 l f(l) dl}; \quad C_2' = \frac{C_{\Pi}}{\bar{l}}$$

где C — стоимость устранения отказа;

P_0 — вероятность отказа;

P_6 — вероятность безотказной работы;

l_p — периодичность ремонта;

$f(l)$ — плотность распределения ресурса;

C_{Π} — стоимость предупредительного ремонта;

\bar{l} — средняя наработка на отказ.

Анализ затрат на устранение отказов и на их предупреждение показывает их отношение (коэффициент опасности отказа k_0) и коэффициент вариации ресурса V_R (выражение (1.4)). При этом сравнительная эффективность диагностирования определяется по результатам анализа их сочетания (рис. 1.16), т.е. проведение диагностирования позволяет в несколько раз сократить затраты по сравнению с ремонтом при назначенной наработке.

В качестве номинальных значений диагностических параметров целесообразно принять значения, которые должны быть при сборке агрегатов.

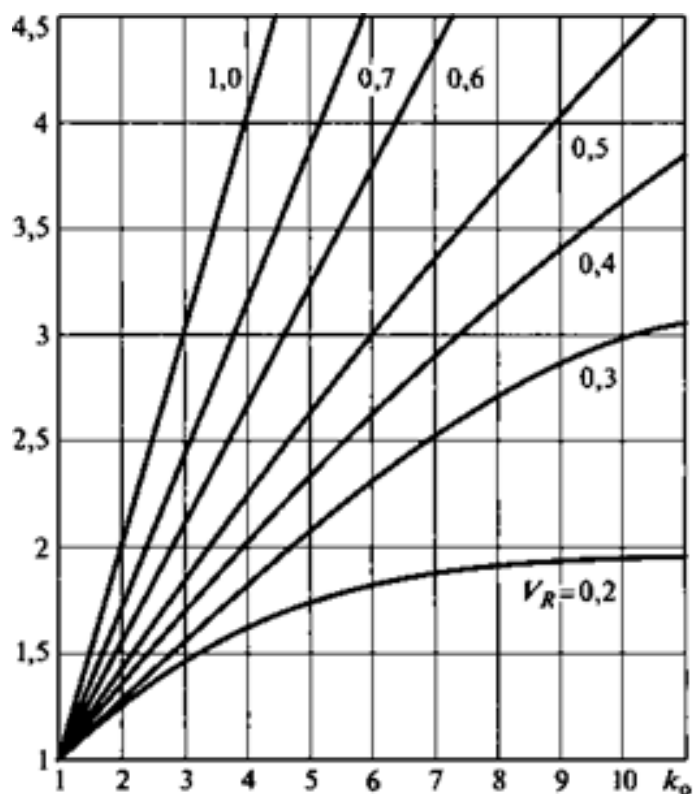


Рисунок 1.16 – Зависимость сравнительной эффективности диагностирования от вариации долговечности объекта V_R и коэффициента опасности отказа k_0

Предельное значение диагностического параметра определяется статистическим методом, затем его можно уточнить по экономическому критерию. По полученному распределению диагностических параметров исправных элементов определяются его основные параметры, по которым находятся предельные значения.

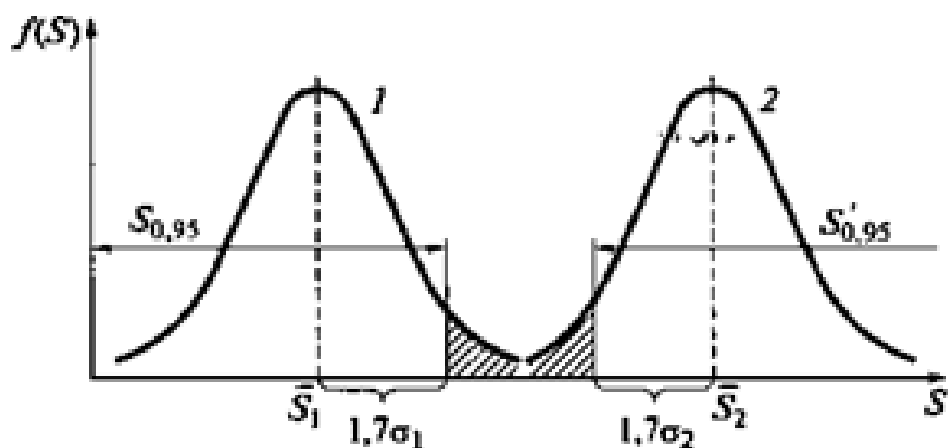


Рисунок 1.17 – Определение нормативного значения диагностического параметра S по закону распределения исправных (1) и неисправных (2) объектов диагностирования (при возрастании S в процессе эксплуатации)

при одностороннем ограничении и доверительной вероятности $P \geq 0,95$ (рис. 1.17):

$$S_{0,95} = \bar{S}_1 + 1,7\sigma_1$$

где \bar{S}_1, σ_1 — соответственно среднее значение и среднеквадратическое отклонение значения диагностического параметра исправных агрегатов.

Для убывающих диагностических параметров $S_{0,95}$ определяется по формуле (рис. 1.18)

$$S_{0,95} = \bar{S}_1 - 1,7\sigma_1$$

Предельную величину диагностического параметра можно определить путем измерения его у неисправных элементов. По ним надо также получить распределение и определить его параметры. В данном случае необходимо ограничение предельного значения диагностического параметра по нижнему пределу

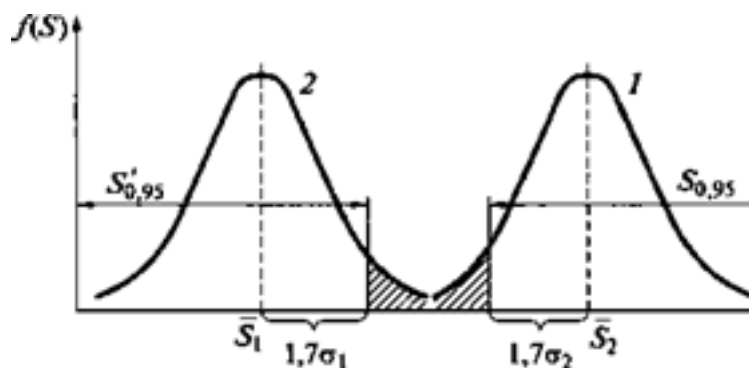


Рисунок 1.18 – Определение нормативного значения диагностического параметра S по закону распределения исправных (1) и неисправных (2) объектов диагностирования (при убывании S в процессе эксплуатации)

С вероятностью $P \geq 0,95$; для убывающих диагностических параметров ограничение берется по верхнему пределу:

$$S'_{0,95} = \bar{S}_2 - 1,7\sigma_2$$

$$S_{0,95} = \bar{S}_2 + 1,7\sigma_2$$

где \bar{S}_2 , σ_2 — соответственно среднее значение и среднеквадратическое отклонение диагностического параметра неисправных элементов.

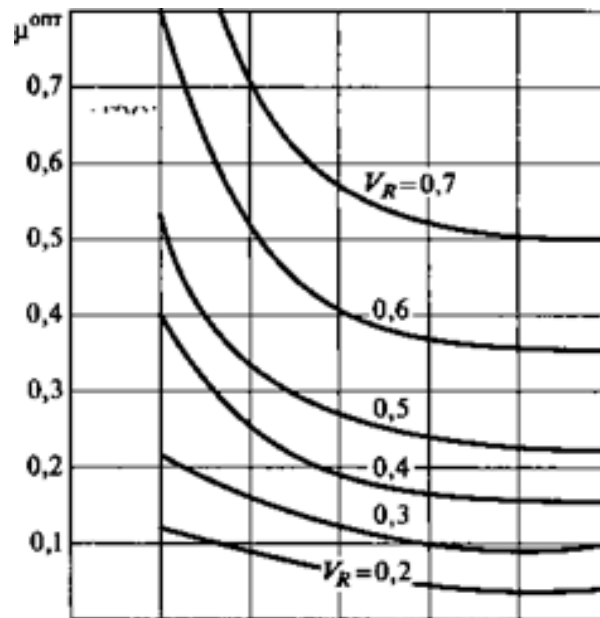


Рисунок 1.19 – Зависимость коэффициента оптимальной периодичности $\mu^{\text{опт}}$ от коэффициента опасности отказа k_0 и коэффициента вариации V_R

При различиях в предельных значениях, определенных по группе исправных и неисправных элементов, поскольку их неисправности не всегда обусловлены техническим состоянием (изношенностью) деталей, в качестве предельных целесообразно принимать значения, полученные по исправным элементам. В дальнейшем нормативы следует уточнить по экономическому критерию.

Проведенный анализ надежности элементов позволяет определить периодичность диагностирования по экономико-вероятностному методу, в соответствии с которым определяется по номограмме коэффициент оптимальной периодичности $\mu_{\text{опт}}$ и в зависимости от коэффициента опасности отказа и коэффициента вариации ресурса:

$$L_d = \mu_{\text{опт}} \bar{R} \quad (1.22)$$

где L_d — периодичность диагностирования;

R — средний ресурс элемента.

При определенном коэффициенте опасности отказов k_0 и коэффициенте вариации V_R коэффициент оптимальной периодичности $\mu_{\text{опт}}$ определяется по номограмме (рис. 1.19). При этом определяется периодичность диагностирования по формуле (1.21).

При принятой периодичности диагностирования допустимое (упреждающее) значение диагностического параметра S_d определяется из зависимости диагностического параметра от наработки:

$$S_d = S_n - \frac{S_i - S_n}{i}. \quad (1.22)$$

где i — число диагностирований с начала работы узла, при которых значение параметра изменилось от S_n до S_i ; S_n , S_n — соответственно предельное и номинальное значение диагностического параметра.

С учетом зависимости диагностического параметра от наработки (по заданию) и расчета по формуле (1.22) определяют S_d .

Порядок выполнения работы

Занятие проводится под руководством преподавателя с группой студентов.

После изучения методических указаний каждый студент получает персональные данные для расчета (экспериментальные значения диагностического параметра в зависимости от структурного, вариационные ряды диагностического параметра по исправным и неисправным агрегатам) и под контролем преподавателя выполняет

необходимые вычисления по определению точности и нормативов диагностирования, используя при этом пример задания.

По окончании учебных занятий оформляется отчет по работе и осуществляется его защита.

Задание. Определение показателей точности и эффективности диагностирования

Дать оценку точности, нормативов и эффективности диагностирования технического состояния редуктора ведущего моста автомобиля КАМАЗ-5320 по исходным данным. Зависимость диагностического параметра (радиального зазора фланца ведущего вала) от структурного (износа шлицов ведущего вала), полученная путем сбора статистических данных, приведена в табл. 1.8.

Таблица 1.8 – Зависимость радиального зазора фланца ведущего вала от износа шлицов ведущего вала редуктора

Структурный параметр	20	80	120	170	220	340	385
Диагностический параметр	20	100	120	160	290	560	630

Результаты 25 независимых измерений диагностического параметра при неизменном значении структурного представлены в табл. 1.9.

Для расчета точности принять доверительную вероятность $P = 0,9$.

Таблица 1.9 – Вариационный ряд диагностического параметра

Номер измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Значение параметра, мкм	220	225	210	220	225	215	220	220	215	210	225	205	210
Номер измерения	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	—
Значение мкм	220	215	220	215	220	210	205	210	220	215	220	210	—

Результаты измерения диагностического параметра 25 исправных и 25 неисправных редукторов ведущих мостов приведены в табл. 1.10.

Таблица 1.10 – Вариационный ряд диагностического параметра S для исправных (S_1) и неисправных (S_2) редукторов

Номер измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S_1 , мкм	150	160	155	150	165	150	140	145	150
S_2 , мкм	300	290	310	320	310	320	280	270	310
Номер измерения	10	11	12	13	14	15	16	17	18
S_1 мкм	130	180	145	150	135	165	200	190	180
S_2 , мкм	250	320	260	280	335	300	325	290	330
Номер измерения	19	20	21	22	23	24	25	—	
S_1 , мкм	140	170	155	160	140	120	130	—	
S_2 , мкм	310	350	310	300	290	300	320	—	

Пример 1.8. Пользуясь программой Excel, определяют параметры зависимости S от x (рис. 1.20):

$$S = S_0 + bx = -61,437 + 1,757x$$

где S_0 — свободный член; b — коэффициент пропорциональности.

Из рис. 1.20 и формулы (1.23) видно, что требование однозначности выполняется, а коэффициент чувствительности $k_{\text{ч}} = b = 1,757$, т. е. на каждую единицу изменения x величина S изменяется в 1,757 раза больше, что говорит о хорошей чувствительности диагностического параметра.

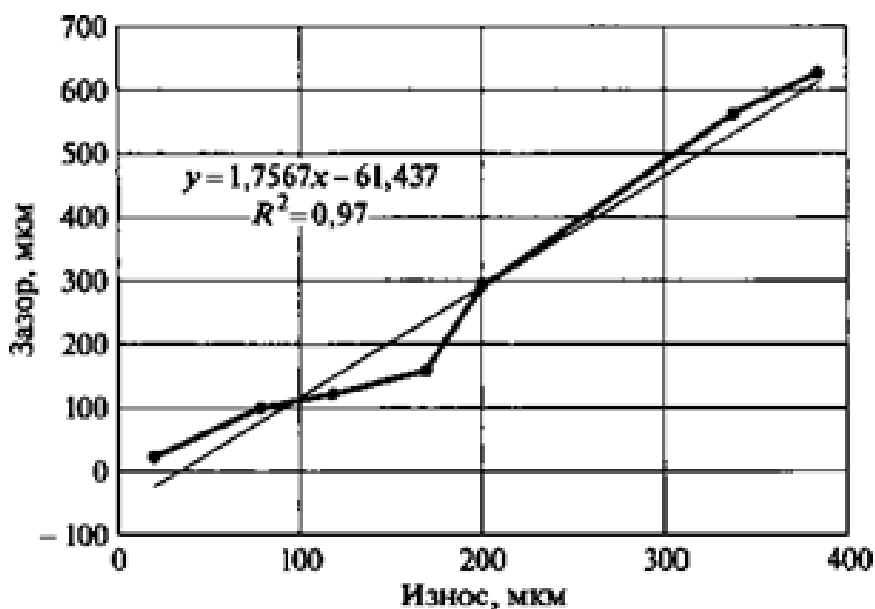


Рисунок 1.20 – Зависимость диагностического параметра S (радиального зазора фланца ведущего вала) от структурного параметра x (износа шлицов ведущего вала)

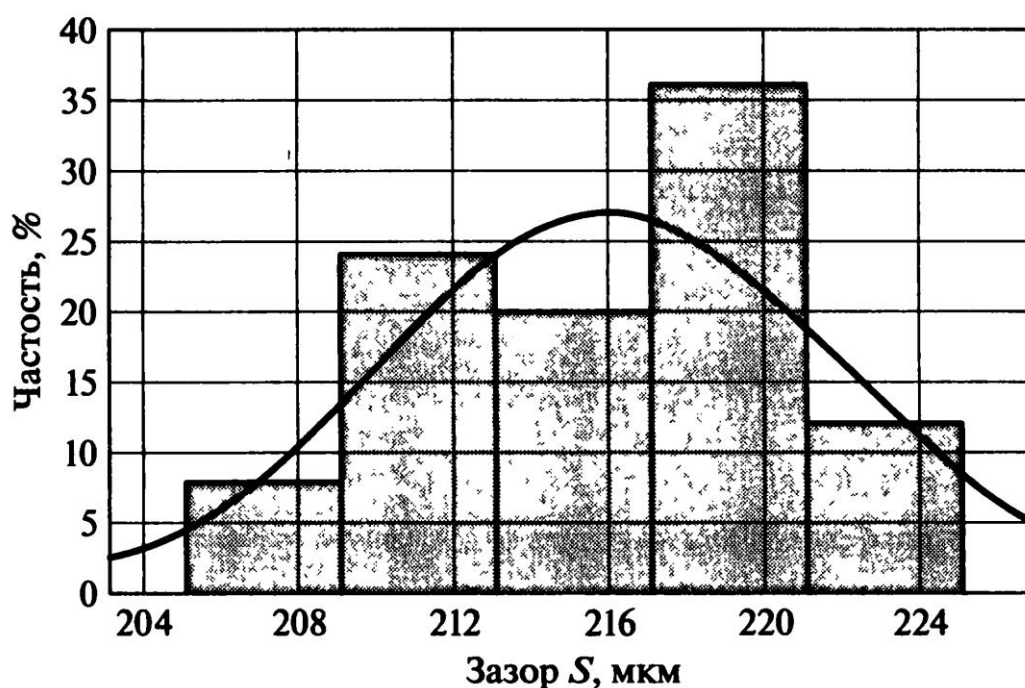


Рисунок 1.21 – Распределение диагностического параметра S при неизменном значении структурного x

Пользуясь программным средством STATISTICA, по вариационному ряду (табл. 1.9) определяют параметры распределения (рис. 1.21): среднее значение $\bar{S} = 216$ мкм, среднеквадратическое отклонение $\sigma_S = 5,95$ мкм. По формуле (1.19) находят абсолютную погрешность $\Delta S = 2,02$ мкм. Относительная погрешность с учетом среднего значения составит 0,93 %.

Для оценки информативности, пользуясь программным средством STATISTICA, вычисляют параметры распределения диагностических показателей по исправным и неисправным редукторам (рис. 1.22). При этом используют вариационные ряды, представленные в табл. 1.9.

Тогда среднее значение диагностического параметра по исправным объектам составит $S_1 = 154,2$ мкм, по неисправным — $S_2 =$

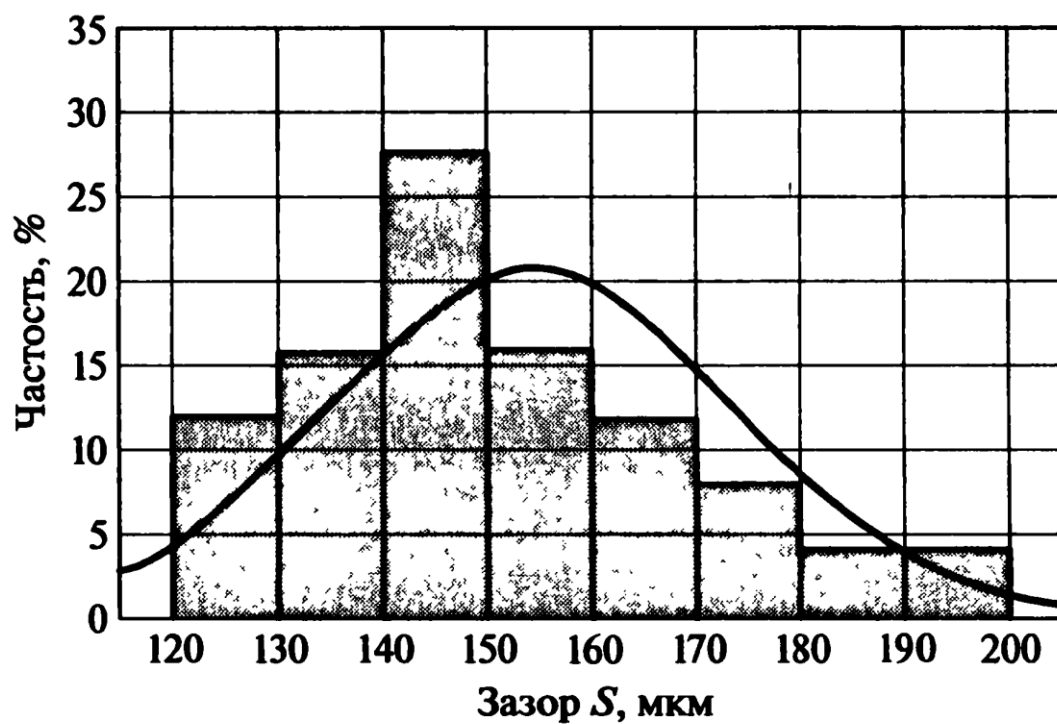
303,2 мкм, среднеквадратическое отклонение соответственно $\sigma_1 = 19,18$ мкм, $\sigma_2 = 23,44$ мкм.

По формуле (1.20) определяют расчетный критерий Стьюдента $t_p = 25$. Критическое значение критерия Стьюдента при $n = 25$ и доверительной вероятности 0,95 составляет $= 2,1$, т.е. различие S_1 и S_2 значимо, а диагностический параметр информативен.

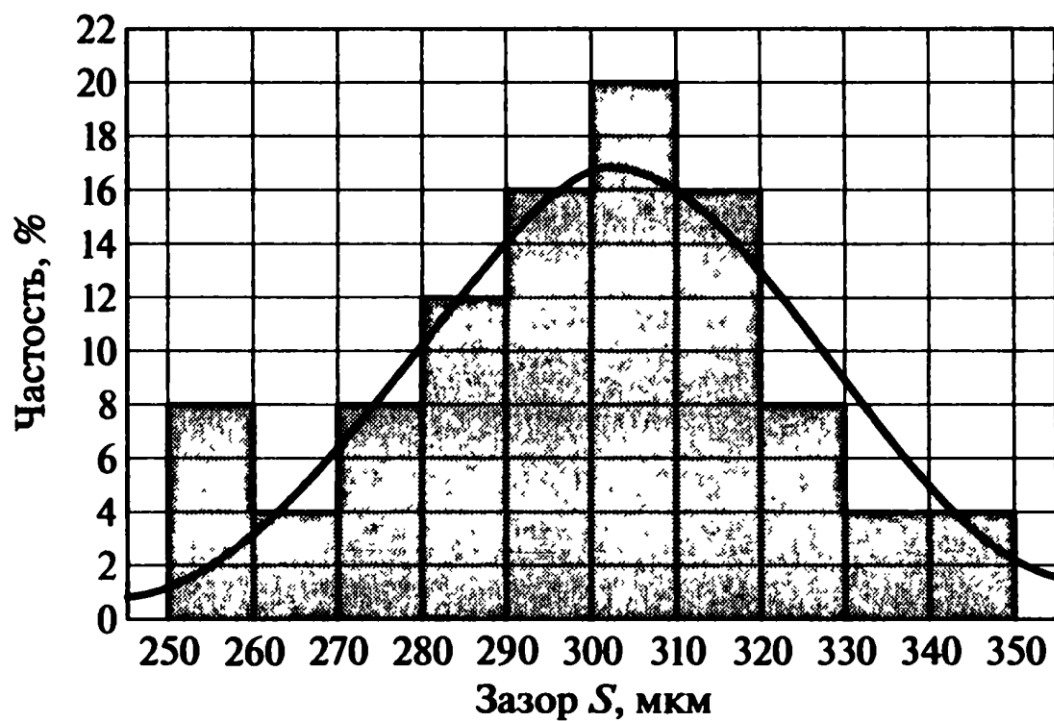
Содержание отчета

Отчет по работе должен отражать наиболее важные положения по методике оценки параметров точности, эффективности диагностирования и определения диагностических нормативов и включать в себя следующие сведения:

- название и цель работы;
- описание методики оценки параметров точности, эффективности, диагностирования и определения диагностических нормативов;
- исходные данные и результаты расчетов параметров диагностирования элементов автомобиля;
- выводы по работе.



a



б

Рисунок 1.22 – Распределение диагностического параметра S по исправным (а) и неисправным (б) редукторам

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите основные требования к диагностическим параметрам.
2. Назовите диагностические нормативы и приведите формулы для их определения.
3. Каким параметром оценивается эффективность диагностирования?

РАЗДЕЛ 2.ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Практическая работа 2.1

Диагностирование технического состояния двигателя по спектральному анализу картерного масла

Цель работы — изучить установку для спектрального анализа масел МФС-5, применяемое оборудование для проведения экспертизы проб масла и получить практические навыки по определению технического состояния элементов двигателя по концентрации химических элементов в моторном масле.

Общие сведения и основные понятия

Диагностирование по параметрам масла, находящегося в картере двигателя, является одним из наиболее эффективных методов. К основным его достоинствам относят высокую информативность, возможность раннего обнаружения неисправностей двигателя, определение необходимости своевременной замены масла, качества работы воздушных и масляных фильтров.

В основе метода оценки технического состояния элементов двигателя по параметрам спектрального анализа проб картерного масла лежит свойство молекул и атомов конкретного химического элемента излучать и поглощать свет строго определенных длин волн, причем интенсивность каждой спектральной линии пропорциональна концентрации соответствующего химического элемента в пробе вещества.

В процессе эксплуатации ДВС моторное масло претерпевает существенные качественные физико-химические изменения. Старение масла происходит из-за прямого взаимодействия с газообразными, жидкими и твердыми продуктами загрязнения (продукты сгорания топлива, изнашивания деталей двигателя, атмосферная пыль, охлаждающая жидкость). Помимо того, подвергаясь воздействию высоких температур, масло окисляется, полимеризуется и коксуется. Продукты окисления и полимеризации, откладываясь на деталях и каналах смазочной системы, загрязняют и уменьшают их сечения, способствуют увеличению износа сопряжений двигателя.

Основными изнашивающимися деталями ДВС являются поршневые кольца, гильзы цилиндров, шейки коленчатого вала, вкладыши, кулачки распределительных валов.

Поступление продуктов износа в масло и их накопление является сложным процессом, зависящим от большого числа факторов. Этот процесс подчиняется уравнению изменения концентрации любых примесей в масле в зависимости от пробега автомобиля без смены моторного масла

$$C_l = C_0 \exp\left(-\frac{q_\phi + q_y}{Q} l\right) + \frac{g}{q_\phi + q_y} \left[1 - \exp\left(-\frac{q_\phi + q_y}{Q} l\right)\right], \quad (2.1)$$

где C_0 , C_l — концентрация продуктов изнашивания в масле в начальный и исследуемый моменты времени, %;

q_y , q_ϕ — интенсивность угара и очистки масла, кг/км;

Q — вместимость картера двигателя, кг;

g — интенсивность изнашивания деталей, кг/км;

l — пробег автомобиля, км.

Из уравнения (2.1) следует, что при длительной работе масла в двигателе, постоянных значениях интенсивности очистки и расхода масла скорость изнашивания двигателя, определяемая значением g , может контролироваться по концентрации продуктов износа в масле (как по абсолютному значению, так и по относительному — интенсивности ее увеличения). Поэтому концентрация продуктов износа в моторном масле может использоваться в качестве диагностического параметра определения технического состояния отдельных деталей и двигателя в целом.

При исправном состоянии двигателя через некоторое время после замены масла концентрация продуктов износа в масле практически стабилизируется (рис. 2.1, участок Б), т.е. устанавливается динамическое равновесие между поступлением примесей и их удалением. Причем время стабилизации для различных материалов неодинаково, для железа (Fe) оно составляет 8... 10 тыс. км. О начале стабилизации железа в этом периоде свидетельствует уменьшение разброса значений его концентрации и сужение доверительной зоны. Содержание кремния (Si) в масле при исправной работе систем очистки воздуха и масла не зависит от времени работы и находится на минимальном уровне $(1 \dots 2) \cdot 10^{-4}\%$. Такой же уровень концентрации характерен и для хрома (Cr).

Начальный период работы масла в двигателе (см. рис. 2.1, участок А) характеризуется наибольшей скоростью изменения показателей и наибольшим разбросом значений. Это свидетельствует о неустановившемся процессе изменения свойств масла в этот период. Поэтому они не могут в полной мере характеризовать техни-

ческое состояние двигателя. Наибольшей степенью достоверности оценки технического состояния конкретных сопряжений обладают участки стабилизации.

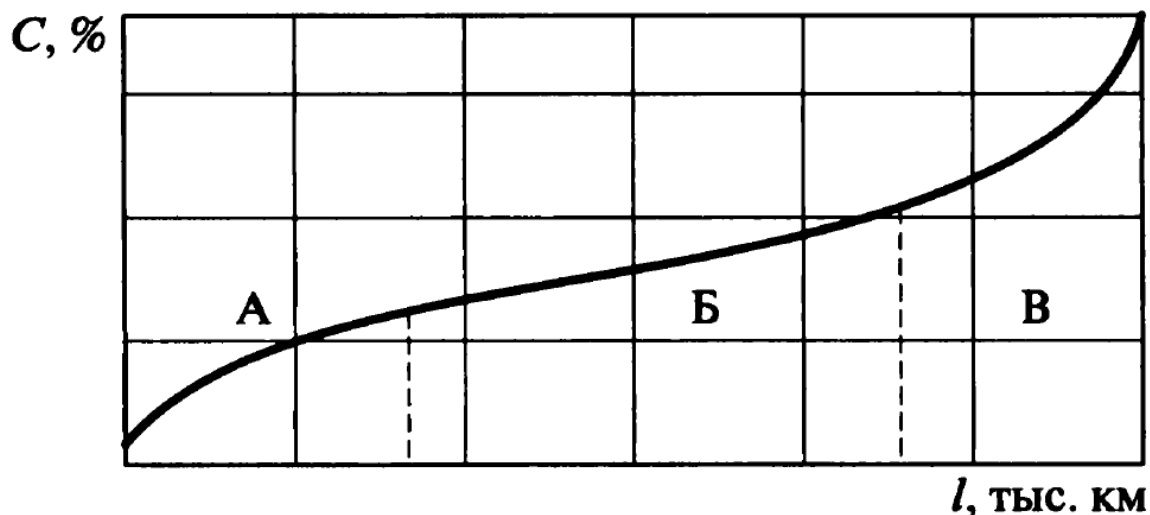


Рисунок 2.1 – Динамика накопления продуктов износа в масле:
А — начальный период работы масла; Б — участок стабилизации концентрации C продуктов износа (нормальный износ); В — участок аварийного износа

При резком увеличении интенсивности изнашивания сопряжения динамическое равновесие между поступлением продуктов износа в масло и их удалением в результате фильтрации и угара масла нарушается; концентрация продуктов износа в масле резко возрастает (см. рис. 2.1, участок В).

Наблюдение за динамикой накопления продуктов износа в масле позволяет своевременно (когда еще нет внешних проявлений) определить начало аварийного износа соответствующего со-

пряжения двигателя и предотвратить его выход из строя предупредительным ТР.

Зависимость (2.1) является сложной и неудобной для практического использования. Для того чтобы привести ее к более простому виду, можно воспользоваться разложением функции в ряд Маклорена. В общем случае формулу (2.2) можно представить как

$$y(x) = a_0 + a_1x + \dots + a_mx^m, \quad (2.2)$$

где $y(x)$ — концентрация продуктов изнашивания в исследуемый момент времени, %;

x — пробег ДВС или иного агрегата без замены масла, км; a_0 , a_1 a_m — коэффициенты, найденные по результатам эксперимента; m — показатель степени ($m = 2$).

Определение постоянных коэффициентов уравнений (2.2), (2.5) производится с помощью компьютерной программы. Применительно к двигателю КАМАЗ-740 разработана специальная диагностическая таблица, позволяющая по результатам спектрального анализа выявить техническое состояние его элементов (табл. 2.28).

Таким образом, концентрация продуктов изнашивания в картерном масле, пропорциональная интенсивности изнашивания деталей, позволяет производить более раннее обнаружение аварийного изнашивания конкретного сопряжения агрегата, когда при других методах диагностирования оно не определяется.

Создание специальных спектрометров (МСФ-3, МФС-5, -7), предназначенных для анализа масел, сделало процедуру проведения анализа быстрой и несложной. Так, установка МФС-5 может

автоматически выделить из спектра излучения масла 16 спектральных линий и оценить их интенсивности.

Таблица 2.28 – Диагностическая таблица к двигателю КАМАЗ-740

Элементы ДВС	Диагностический признак	Значение диагностических параметров			Уровень технического состояния, необходимое воздействие
		Fe, 10 ⁻⁴ %	Al, 10 ⁻⁴ %	Cr, 10 ⁻⁴ %	
Цилиндро-поршневая группа	Повышенная концентрация Fe, Al, Cr	< 13	<3	<2	Нормальное состояние
		13...22	3...7	<2	Повышенный износ, взять повторную пробу масла, повысить качество ТО
		22... 31	7...11	<2	Высокий износ, взять повторную пробу масла, проверить состояние элементов по косвенным признакам, сменить масло
		> 31	> И	>2	Аварийное состояние, остановить двигатель, проверить состояние элементов, герметичность воздухоподдачи, сменить масло

Элементы ДВС	Диагно- стический признак	Значение диагности- ческих параметров		Уровень технического состояния, необходи- мое воздействие
		Pb, 10 ⁻⁴ %	Cu, 10 ⁻⁴ %	
Криво- шипно- шатунный механизм	Повышен- ное со- держание Pb,Cu	<3	<4	Нормальное состояние
		3...10	4... 12	Повышенный износ, взять повторную пробу масла, повысить каче- ство ТО
		10... 16	12... 14	Высокая интенсив- ность изнашивания, взять повторную пробу масла, провести осмотр вкладышей, сменить масло
		> 16	> 14	Предельный износ подшипников, остано- вить двигатель, прове- рить состояние вкла- дышей, шеек колен- чатого вала

Недостатками метода являются высокая стоимость оборудо-
вания, необходимость привлечения высококвалифицированного

персонала, а также невозможность конкретизировать место наибольшего износа в одноименных сопряжениях КШМ и ЦП Г.

Настоящее методическое руководство определяет общую стратегию технологии поэлементного диагностирования двигателя по параметрам изменения концентрации продуктов износа в моторном масле в процессе его эксплуатации. В результате выполнения данной лабораторной работы студент должен:

- ◆ получить представление об общем устройстве и принципе действия оборудования для спектрального анализа проб масла, взятых из картера двигателя автомобиля или других агрегатов;
- ◆ знать нормативы и диагностические параметры оценки технического состояния элементов двигателя и технологию проведения спектрального анализа моторных и трансмиссионных масел;
- ◆ уметь определять и конкретизировать предотказное состояние сопряжений двигателя по параметрам спектрального анализа проб картерного масла спектрометрами МФС-5, -7.

Порядок выполнения работы

Техническое обеспечение — двигатель КАМАЗ-740, установка МФС-5, комплект слесарного инструмента, макеты отдельных агрегатов и систем автомобиля, учебные плакаты по устройству и эксплуатации автомобилей КАМАЗ.

Занятия проводятся под руководством преподавателя с подгруппой студентов из 5 — 7 человек.

Успешное выполнение работы возможно после ознакомления с методическими указаниями по проведению лабораторной работы и при условии строгого соблюдения правил техники безопасности:

- ♦ непосредственно к работе на установке МФС-5 допускаются только специалисты из числа сотрудников лаборатории спектрального анализа масел;
- ♦ не включать приборы и не приступать к экспериментальным исследованиям проб масел без разрешения преподавателя;
- ♦ не допускать разбрызгивания масла при работе, не пользоваться открытым огнем.

После изучения методических указаний каждый студент получает персональное задание по выполнению операций спектрального анализа проб масел. В присутствии всей подгруппы под руководством преподавателя студент выполняет их, отвечая в процессе работы на контрольные вопросы в пределах материала, изложенного в настоящем руководстве.

По окончании учебных занятий оформляется отчет по всем заданиям работ.

Самостоятельная работа 3

Изучение устройства и принципа работы установки МФС-5

Установка МФС-5 работает по общепринятой схеме эмиссионного спектрального анализа (рис. 2.2).

При анализе масел ванночка 7 с анализируемой пробой масла, химический состав которой необходимо определить, устанавливается в штатив 5, снабженный двумя угольными электродами: верхним — стержневым 3 и нижним — дисковым 6, вращающимся с постоянной скоростью. Часть дискового электрода постоянно погружена в ванночку с пробой масла. При вращении диска масло с находящимися в нем продуктами износа поступает в зону электрического разряда, созданного между электродами с помощью источника возбуждения спектра 4, где происходит испарение масла и возбуждение излучения атомов элементов, присутствующих в пробе.

Полихроматор 2 с вогнутой дифракционной решеткой 1 разлагает излучение атомов в спектр, который характеризует химический состав вещества пробы. Каждому элементу соответствует своя совокупность спектральных линий, интенсивность которых зависит от концентрации элемента в данной пробе.

Аналитические линии различных элементов выделяются из спектра пробы с помощью выходных щелей 8, установленных на фокальной поверхности полихроматора 2.

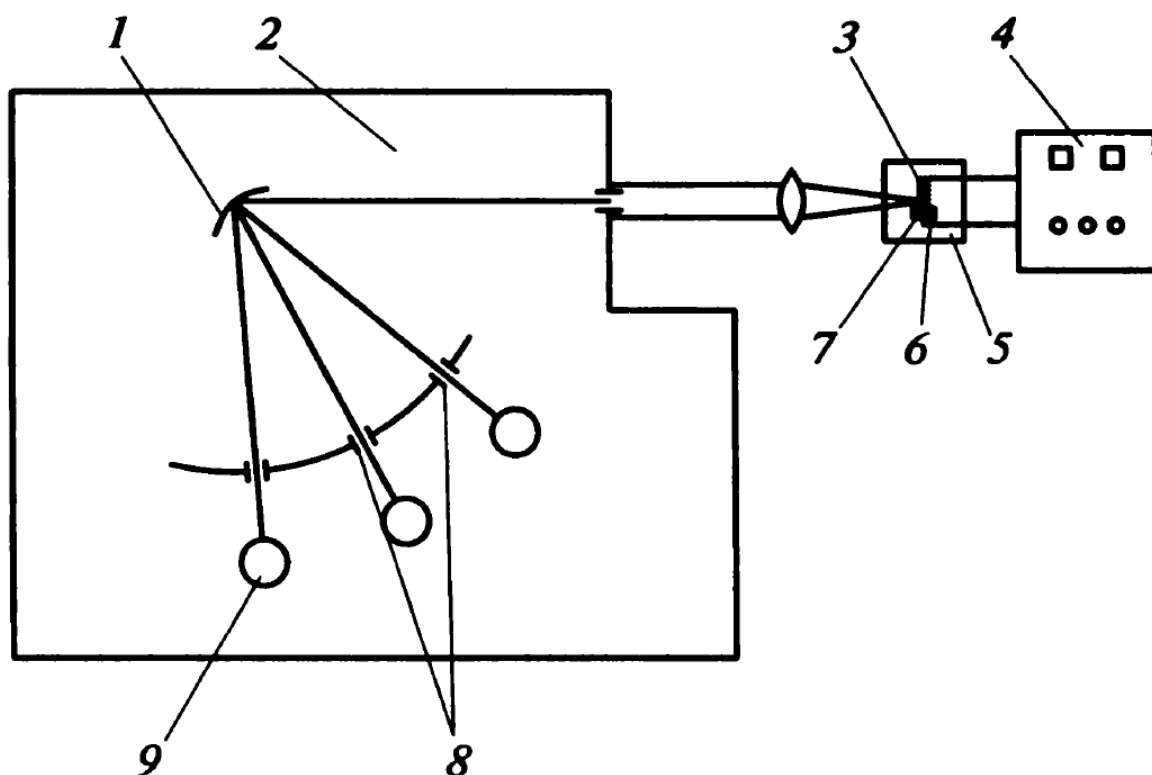


Рисунок 2.2 – Схема спектральной установки МФС-5: 1 — вогнутая дифракционная решетка; 2 — полихроматор; 3 — стержневой электрод; 4 — источник возбуждения спектра; 5 — штатив; 6 — дисковый электрод; 7 — ванночка с анализируемой пробой; 8 — выходные щели; 9 — фотоэлектронные умножители

Выделенные монохроматические излучения проецируются на фотокатоды фотоэлектронных умножителей 9, вызывая фототоки в их анодных цепях.

Для определения концентрации анализируемых элементов, соответствующих полученным показаниям прибора, необходимо предварительное построение градуировочных графиков по эталонным образцам.

Для построения градуировочных графиков подготавливают семь эталонных образцов масла с известной концентрацией ана-

лизируемых химических элементов. Эта операция производится путем введения оксидов металлов и кремния в свежее масло той же марки, которая употреблялась в исследуемых двигателях при их эксплуатации. Каждый эталонный образец подвергается анализу на установке МФС-5 не менее десяти раз. После анализа эталонных образцов подсчитываются средние величины отсчета прибора $n_{\text{ср}}$ по каждому элементу.

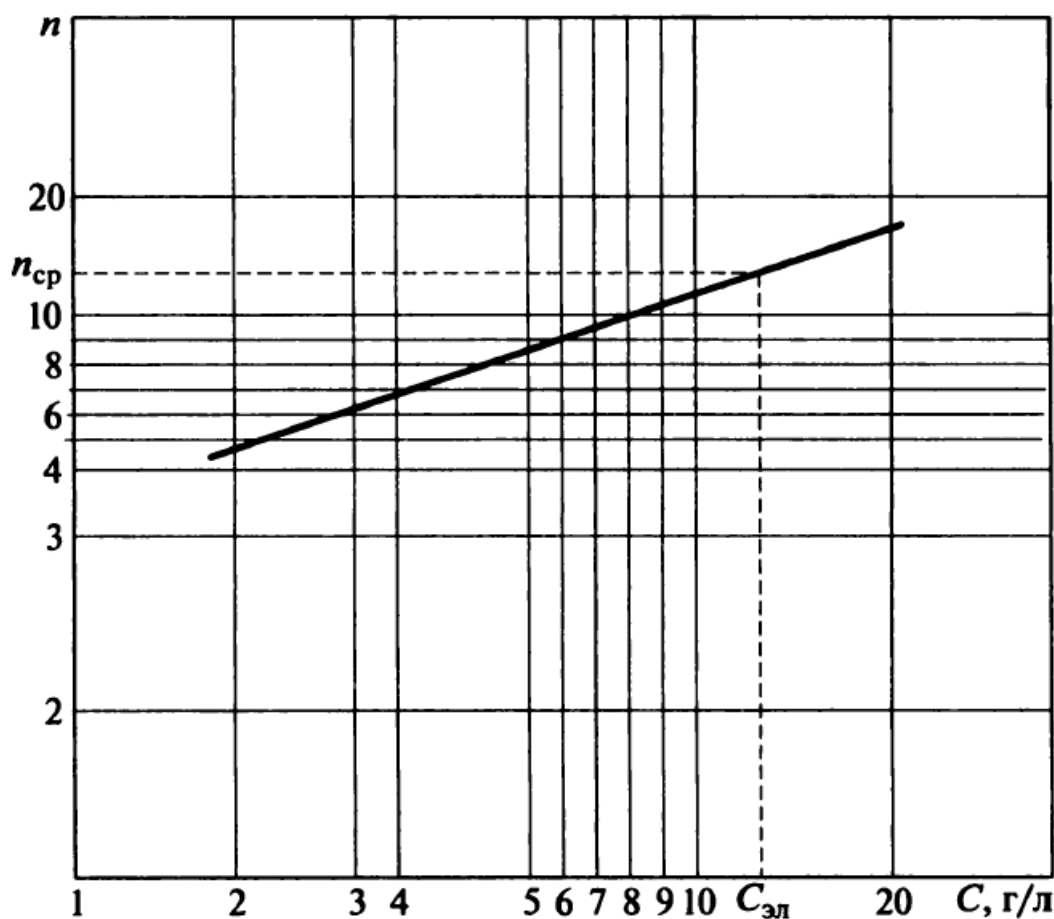


Рисунок 2.3 – Определение концентрации элемента $C_{\text{эл}}$ по градуировочному графику зависимости $C = f(n)$: $n_{\text{ср}}$ — усредненное значение отсчетов

Градуировочные графики строятся в логарифмических координатах (рис. 2.3). По оси абсцисс откладывают величины концен-

траций элементов в эталонных образцах C , а по оси ординат — средние значения отсчетов n цифрового вольтметра установки. После построения графиков следует записать режим работы МФС-5, при котором в дальнейшем выполняется анализ проб масел.

Задание

Выполнить анализ проб картерного масла двигателя

Необходимо провести спектральный анализ пяти заранее подготовленных образцов моторного масла, отобранных из картера автомобиля при разных пробегах в условиях эксплуатации.

Отбор проб масел в количестве 30...50 мл производится с помощью пробоотборника (рис. 2.3) из картера двигателя через отверстие для измерения уровня масла при температуре масла не ниже 40 °С.

Шприц должен обеспечивать необходимое разрежение, позволяющее производить отбор проб масла при длине хлорвиниловой трубки 1... 1,5 м.

После отбора пробы на флакон наклеивают этикетку, на которой указывается номер пробы, модель и государственный номер регистрации автомобиля, название агрегата, марка масла, наработка масла от очередной замены и дата отбора пробы.

Перед началом работы на установке МФС-5 необходимо провести фотоэлектрический контроль положения аналитических линий относительно выходных щелей полихроматора по линии меди и установить параметры, определяющие режим анализа в соответствии с выбранными величинами.

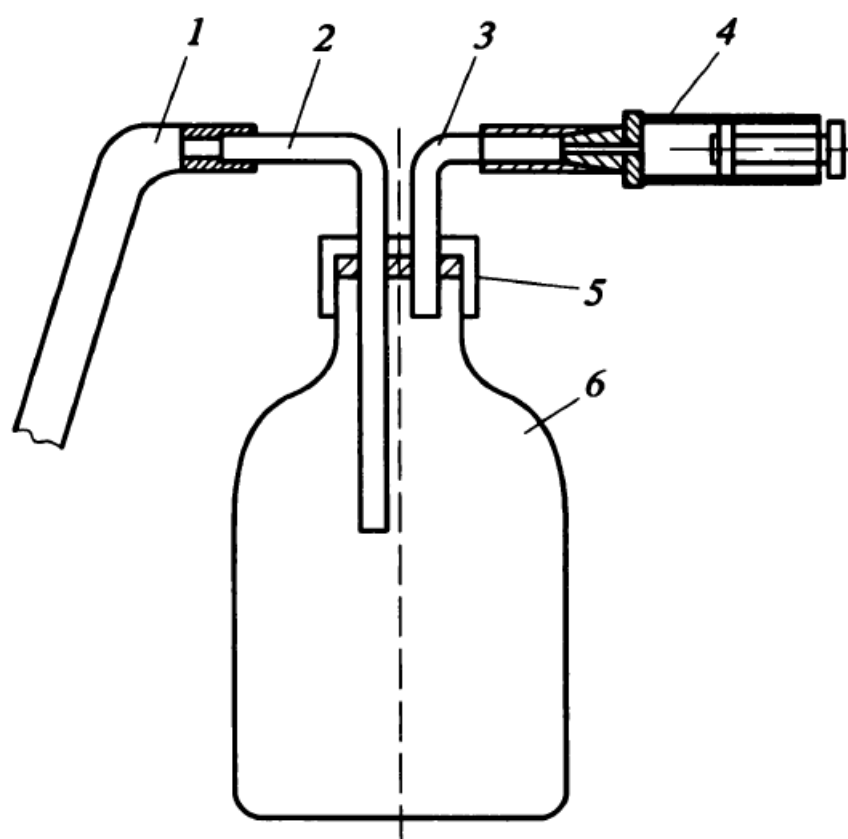


Рисунок 2.3— Устройство пробоотборника: 1 — хлорвиниловая трубка; 2 — масляная трубка; 3 — отсасывающая трубка; 4 — шприц для создания разрежения; 5 — уплотнительная пробка; 6 — флакон для масла

В штатив устанавливают дисковый электрод до упора на оси привода, верхний электрод размещают в цанговом зажиме, соблюдая заданный межэлектродный зазор 1,5 мм. Подготовленную для анализа пробу масла заливают в ванночку, которую устанавливают на столике штатива, и подводят к нижнему электроду до соприкосновения дискового электрода с поверхностью пробы плюс пол-оборота винта подъемного столика штатива. Нажать кнопку включателя для проведения сжигания пробы масла.

После окончания анализа не следует быстро открывать штатив, нужно дать возможность в течение 1 мин образовавшимся газам улетучиться из камеры сгорания через вытяжную трубку МСФ-5. В это время производится опрос по каналам измерения, а результаты записываются в протокол измерений, форма которого приведена в табл. 2.4.

Сжигание каждой пробы масла нужно производить два раза, меняя каждый раз дисковый и стержневой электроды. Расхождение между результатами двух параллельных определений концентраций не должно превышать 15 %. При получении расхождения более 15 % производят третье измерение, а за результат принимают среднее арифметическое значение результатов тех двух определений, для которых расхождение между результатами меньше 15%.

Концентрацию элементов определяют по средним значениям полученных отсчетов с помощью градуировочных графиков (см. рис. 2.2). Для определения концентрации продуктов износа в пробе масла надо провести прямую, соответствующую усредненному

значению показаний прибора y_{cp} , до пересечения с градуировочным графиком. Проекция от точки пересечения на координатную ось покажет концентрацию данного элемента в пробе.

На основании сопоставления результатов анализа с данными диагностической табл. 2.3 необходимо охарактеризовать процесс изнашивания основных трущихся сопряжений двигателя КАМАЗ-740.

Для одногодвух элементов (по указанию преподавателя) обработать результаты анализа по предварительно составленной типовой программе на компьютере, считая, что зависимость концентрации элемента от пробега автомобиля между заменами масла определяется формулой (2.4). Распечатать результаты обработки и приложить их к отчету по лабораторной работе. Построить графики рассчитанной зависимости концентрации элемента от пробега масла.

Обработка результатов спектрального анализа дает расчетные значения коэффициентов A и B в формуле (2.4). Далее следует определить, какого значения достигнет концентрация исследуемого элемента в моторном масле через 2 000 км пробега автомобиля после отбора последней пробы. Путем сравнения полученного значения концентрации C с допустимыми значениями в диагностической табл. 2.3 сделать прогноз технического состояния соответствующего узла двигателя через 2000 км пробега автомобиля после отбора последней пробы масла.

Отчет по лабораторной работе должен включать в себя следующие сведения:

- название и цель работы;
- краткое описание методики определения концентрации примесей в отработанном масле;
- протокол испытаний (см. табл. 2.4) с экспериментальными и расчетными значениями величин концентраций элементов;
- графики изменения концентрации элементов в зависимости от пробега автомобиля между заменами моторного масла и прогноз;
- выводы по работе.

Таблица 2.4

Номер	Марка масла	Пробег двигателя	Пробег автомобиля между заменами масла	Элемент контроля	Показания по прибору				Концентрация C , 10^{-4} %	Примечания
					1	2	3	Среднее		

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Раскройте сущность метода спектрального анализа проб масла.
2. Объясните назначение основных узлов установки МСФ-5.
3. Каково назначение эталонных образцов масла?
4. Каков порядок построения градуировочных графиков для определения концентрации исследуемого химического элемента на спектрографе?

5. Как правильно отобрать пробу масла из картера двигателя?
6. Перечислите основные факторы, влияющие на увеличение концентрации элементов износа в работающем масле.
7. Каков принцип определения технического состояния основных деталей двигателя по концентрации элементов износа в масле?
8. Как осуществляется прогнозирование периода замены моторного масла в двигателе на основе спектрального анализа взятой из картера этого двигателя пробы масла?
- 9.

Практическая работа № 2.2

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОЛЕС И ШИН

Цель работы — изучить основы Правил эксплуатации автомобильных шин АЭ 001-04, перечень операций по ТО и применяемое оборудование, причины преждевременного изнашивания шин и получить практические навыки по проведению визуального контроля шин и колес при ТО.

Общие сведения и основные понятия

Доля расходов на работы по ТО и ремонту автомобилей, связанные с эксплуатацией колес и шин, достигает 10 % себестоимости автомобильных перевозок. Учитывая, что удельный вес комплекта шин в стоимости автомобиля составляет от 7 до 12 % и более, а за период эксплуатации до списания заменяется свыше шести комплектов, проблема снижения затрат на шины становится одной из самых актуальных.

Основной путь решения этой задачи — более полное использование заложенных в шине потенциальных возможностей по ресурсу за счет исключения причин преждевременного их износа. Недостаточное внимание к уходу за шинами в процессе эксплуатации, исключение возможности восстановления изношенных шин методом наложения протектора приводит, по оценкам специалистов, к недоиспользованию 5...20 % их ресурса.

Вместе с тем увеличение ресурса шин на 1,5... 2 % в масштабах Российской Федерации позволит экономить в год примерно

1 тыс. т каучука, 0,5 тыс. т технического углерода, 1,8 млн м² текстильного и синтетического корда, что эквивалентно экономии 5 тыс. т нефти (на изготовление среднестатистической шины расходуется примерно 28 л сырой нефти). Повышенная долговечность шин снижает удельные затраты на их утилизацию, что является существенной экономической и экологической проблемой.

Поскольку повышенная интенсивность изнашивания протектора шин, вызванная нарушениями правил их эксплуатации, требует дополнительной энергии в виде большего расхода топлива двигателем автомобиля, то очевидно, что мероприятия, направленные на полную реализацию потенциального ресурса шин в процессе эксплуатации, способствуют экономии энергоресурсов и охране окружающей среды.

Повышенный интерес и внимание к надежности шин вызван и тем, что их конструктивные особенности и техническое состояние в значительной мере определяют безопасность, управляемость, устойчивость и комфортабельность движения, долговечность деталей ходовой части, топливную экономичность и уровень шума колес автомобиля. На долю повреждений, дефектов и других причин, связанных с техническим состоянием шин, приходится 3...5 % дорожно-транспортных происшествий. Почти 3/4 несчастных случаев могли быть предотвращены своевременным техническим контролем шин.

Таким образом, вопросы правильной технической эксплуатации шин тесно связаны с эффективным использованием автомобиля. Ответы на многие из них можно найти в основном нормативном документе — Правилах эксплуатации автомобильных шин АЭ 001-04.

Настоящее методическое руководство определяет общую стратегию выполнения планово-предупредительных воздействий при эксплуатации автомобильных шин. В результате выполнения данной лабораторной работы студент должен:

- ♦ получить представление об общем устройстве и принципе действия оборудования, применяемого при проведении операций ТО автомобильных шин;
- ♦ знать правила эксплуатации шин, причины преждевременного износа протектора и общие сведения о технологии проведения всех видов ТО;
- ♦ уметь определять причины неравномерного износа протектора и выполнять работы по ТО автомобильных шин.

Порядок выполнения работы

Техническое обеспечение — автомобиль ВАЗ, колеса и шины автомобилей КАМАЗ, ЗИЛ, ГАЗ, ВАЗ (грузовые и легковые) с различными видами износа протектора (не менее семи), воздушдаточная колонка С-401, клеть для накачки шин, гайковерт, комплект слесарного инструмента, учебные плакаты по устройству шин и правил их эксплуатации.

Занятия проводятся под руководством преподавателя с подгруппой студентов из 5 — 7 человек.

Успешное выполнение работы возможно после ознакомления с методическими указаниями по проведению лабораторной работы и при условии строгого соблюдения правил техники безопасности:

- ♦ во время лабораторных работ запрещается включать стенды без руководителя занятия;
- ♦ не проводить регулировочные и монтажные работы при вращающихся деталях стендов;
- ♦ работать только исправным инструментом;
- ♦ после монтажно-демонтажных работ накачку шин грузового автомобиля осуществлять только в специальной предохранительной клетке.

После изучения методических указаний каждый студент получает персональное задание на проведение конкретных шинных работ из перечня практических заданий и в присутствии всей подгруппы под руководством преподавателя выполняет их, отвечая в процессе работы на контрольные вопросы в пределах материала, изложенного в настоящем руководстве.

По окончании учебных занятий оформляется отчет по всем заданиям лабораторной работы.

Самостоятельная работа 4

Изучение факторов, определяющих ресурс шин

Предельная остаточная высота рисунка протектора для шин грузовых автомобилей равна 1 мм, легковых — 1,6 мм, автобусов — 2 мм. Шина считается непригодной к эксплуатации, если при равномерном износе протектора «оголился» один, а при неравномерном изнашивании — два индикатора износа протектора (в разных сечениях шины). При отсутствии индикаторов износа шина снимается из эксплуатации, если площадь изношенной поверхности протектора больше произведения половины ширины беговой дорожки на $1/6$ ее длины при равномерном износе, а при неравномерном износе — по такому же значению суммарной площади всех предельно изношенных участков.

Интенсивный неравномерный износ протектора или другие виды повреждений, приводящие к недоиспользованию ресурса шин, связывают либо с недостаточным качеством изготовления (причины производственного характера), либо с неправильной эксплуатацией (повреждения эксплуатационного характера).

При надлежащем качестве изготовления ресурс шин определяется правильной их комплектацией (в зависимости от условий эксплуатации), техническим состоянием элементов автомобиля, мастерством вождения, организацией ухода за шинами.

Факторы, вызывающие преждевременное изнашивание и разрушение шин эксплуатационного характера, по отношению к воз-

воздействия на них со стороны технической службы АТП (управляемые и неуправляемые) представлены в табл. 2.5.

Любые отклонения технического состояния элементов ходовой части автомобиля от нормативных значений вызывают возрастание нормальных сил и возникновение касательных усилий в пятне контакта шины с дорогой, что приводит к увеличению интенсивности их изнашивания. Знание взаимосвязи неисправностей автомобиля с конкретным видом неравномерного износа протектора шин (рис. 2.5) позволяет своевременно устранить причину интенсивного их износа.

Наиболее значимыми факторами, влияющими на износ протектора, являются изменения нормативных значений внутреннего давления воздуха в шине и угла схождения колес. Особенно нежелательно пониженное давление (рис. 2.5, з). Из-за прогиба центральной беговой дорожки интенсивному износу подвергаются края протектора. Уменьшение давления воздуха на 25... 30 % от нормативного настолько снижает напряженность нитей каркаса шины, что увеличивает ее деформацию и нагрев, а следовательно, усталостные напряжения, которые сопровождаются разрывом нитей корда каркаса и брекера.

Таблица 2.5 – Факторы, определяющие ресурс шин

Неуправляемые факторы	Управляемые технической службой предприятия				
	Условия движения	Техническое состояние элементов автомобиля			
		Колесный узел	Углы установки колес	Шасси	Рулевое управление
Состояние покрытия дорожного полотна	Качество вождения	Давление в шине	Схождение колес	Перекос мостов	Зазоры в сочленениях рулевых тяг и рулевого механизма
Интенсивность транспортного потока	Скорость движения	Дисбаланс	Развал	Смещение осей мостов	
Климатические условия (температура, давление, влажность)	Нагрузка на шины	Деформации диска (торцевое биение)	Соотношение углов поворота	Состояние рессор и амортизаторов	
Качество изготовления (восстановления) шин	Соответствие рисунка протектора шины покрытию дорог	Условия хранения			

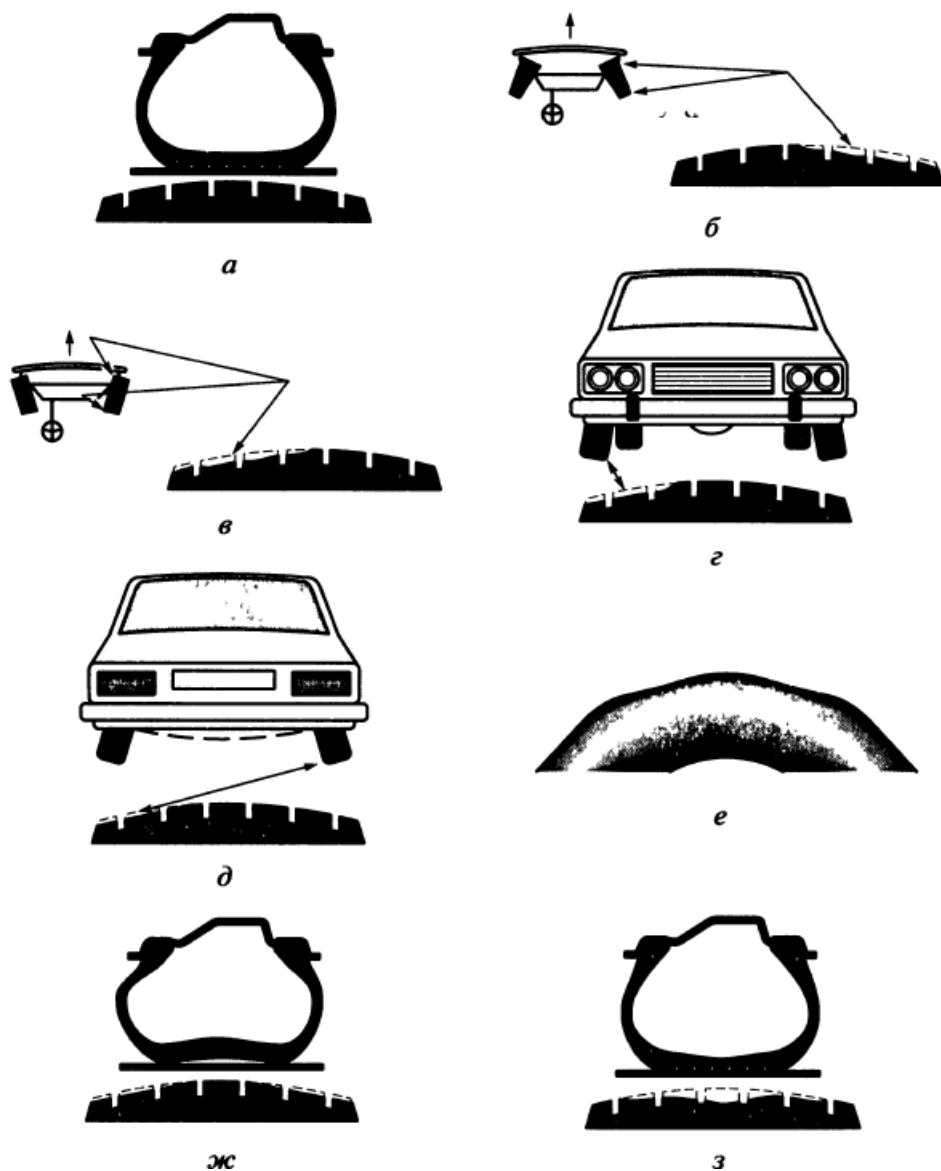


Рисунок 2.3 – Виды и причины неравномерного износа протектора шины: *а* — нормальный равномерный износ протектора; *б, в* — пилообразный износ соответственно внешних и внутренних дорожек протектора из-за увеличенного и недостаточного (отрицательного) углов схождения колес; *г* — гладкий износ внутренних дорожек протектора из-за отрицательного угла развала колес; *д* — гладкий износ внутренних дорожек протектора задних колес из-за прогиба задней балки; *е* — пятнистый износ протектора из-за дисбаланса колеса, осевого биения (деформация) обода, наличия люфта в подшипниках ступицы, сочленениях рулевого управления и передней подвески, неисправности амортизатора; *ж* — интенсивный износ крайних дорожек протектора из-за пониженного давления воздуха в шине; *з* — интенсивный износ средней части дорожки протектора из-за повышенного давления воздуха в шине

По этой причине контроль давления воздуха в шинах необходимо проводить не реже одного раза в неделю; резиновые камеры и бескамерные шины не являются идеально герметичными. Диффузионное проникновение воздуха через резину идет непрерывно и достаточно заметно (0,01 ...0,03 МПа за месяц).

Задание 1

Определение причин преждевременного списания шин

Для представленного ассортимента, бывших в эксплуатации шин грузовых и легковых автомобилей с характерным неравномерным видом износа протектора необходимо определить причину преждевременного списания каждой из них. При оценке вида износа протектора использовать данные рис. 2.29. В характеристике износа рисунка протектора обязательно указать наличие (отсутствие) остаточной глубины протектора по трем поясам, равномерности изнашивания протектора по ширине, гладкого или пилообразного одностороннего износа рисунка протектора, пятнистого износа, внешних повреждений и проколов, а также состояние индикаторов износа.

Результаты исследования видов и причин преждевременного износа протектора шин отразить в протоколе (табл. 2.6).

Таблица 2.6 – Протокол анализа причин преждевременного списания шин

Обозначение шины	Характеристика износа протектора	Причины преждевременного списания шин

Задание 2

Проверить техническое состояние шин

Выполнить на посту ТО с легковым и грузовым автомобилями шинные работы в объеме ЕО, ТО-1 и ТО-2.

При ЕО: проверить техническое состояние шин, ободов и дисков колес; застрявшие в протекторе, боковинах и между сдвоенными шинами камни, гвозди, стекла и другие предметы удалить; проверить наличие колпачков вентилях, гаек крепления колес и момент их затяжки.

При ТО-1: манометром проверить давление воздуха в шинах; при необходимости довести давление в шинах до нормы с помощью воздухораздаточной колонки мод. С-401; нормативные значения давления воздуха для различных шин и автомобилей приведены в табл. 2.7; нормы внутреннего давления должны соблюдаться для новых и отремонтированных шин в течение всего срока их эксплуатации с точностью до $\pm 0,01$ МПа для легковых и $\pm 0,02$ МПа для грузовых автомобилей и автобусов.

Таблица 2.7 – Нормативные значения воздуха в шинах

Марка автомобиля	Обозначение шин	Давление воздуха в шинах,	
		переднего моста	среднего и зад- него мостов
ГАЗ-3302	195/75R16С	0,475	0,475
ЗИЛ-4331	260R508	0,45	0,60
КАМАЗ-5320	260-508Р, 9.00R20	0,70	0,43
ВАЗ-2110	175/70R13	0,18	0,19
ВАЗ-2112	175/65R14	0,18	0,20

При ТО-2: определить с помощью линейки, штангенциркуля или специального нутромера величину износа протектора в нескольких равномерно удаленных друг от друга точках по центру беговой дорожки; определить разность износа шин сдвоенных колес.

Все замечания, результаты осмотра и измерений необходимо занести в протокол (табл. 2.33) и сделать заключение о техническом состоянии шин.

Таблица 2.33 – Протокол проверки технического состояния шин

Обозначение шины и ее по- зиция на оси ав- томобиля	Давление воздуха в шине, МПа	Остаточная вглубина ри- сунка про- тектора, мм	Техническое состояние ши- ны, обода или диска	Заклю- чение

Самостоятельная работа 5

Изучение требований к комплектованию и монтажно-демонтажным работам колес автомобиля

Большое влияние на ресурс шин и безопасность движения автомобиля имеют правильное комплектование шин и аккуратное выполнение монтажно-демонтажных работ.

Автомобиль комплектуется исправными шинами соответствующего размера, конструкции, модели и типа (указаны в технической документации фирмы-изготовителя). Шины на одной оси должны быть одинаковыми во всех отношениях и иметь идентичный рисунок протектора. При комплектовании шин сдвоенных колес на оси дополнительно установлена максимальная разница в износе (глубине) их рисунка протектора, которая не должна превышать 3 мм.

При необходимости установки на автотранспортное средство шин с шипами противоскольжения все без исключения колеса должны быть укомплектованы идентичными шинами.

Комплектация шин, перестановка, балансировка, ремонт колес сопровождаются демонтажно-монтажными работами.

Монтажно-демонтажные операции в АТП производят на специальных стендах, так как пользование ручными лопатками-монтажками — трудоемкий процесс и может привести к повреждению бортов шины, а для бескамерных шин — к повреждению герметизирующего слоя резины.

Основная сложность демонтажных работ — отжать борта шин от закраин обода. Расчетные усилия при этой операции для стан­дов грузовых шин достигают 25 кН, легковых — 2...3 кН.

Для грузовых шин наибольшее распространение получили стан­ды 111-509, Ш-513, Ш-515 с гидравлическими устройствами од­новременного отжатия борта шины по всей окружности; для лег­ковых шин — УШ-1, Ш-501М, Ш-514, Ш-516Н с пневматическими нажимными устройствами. Шиномонтажные стан­ды, предназна­ченные для легковых шин, используются как для демонтажа, так и для монтажа, в то время как шины грузовых автомобилей обычно монтируют вручную, так как при этом не требуется больших физи­ческих усилий и сохраняется высокая производительность.

При монтаже шины с направленным рисунком протектора (повышенной проходимости) необходимо, чтобы направление стрелки на боковинах шины совпадало с направлением вращения колеса.

Шины с асимметричным рисунком протектора требуют уста­новки на диске в соответствии с надписью на боковинах: «OUT-SIDE» или «Side Facing Out» должна быть обращена к внешней стороне автомобиля; «INSIDE» или «Side Facing Inwards» — к внутренней. Надпись на боковине «LEFT» означает, что шина уста­навливается только на левую сторону автомобиля, а «RIGHT» — на правую.

Правилами проведения работ предусмотрено, что после мон­тажа камерную шину накачивают воздухом до нормативного дав­ления, затем полностью спускают из нее воздух и вторично накачи-

вают. Такая операция обеспечивает правильное (без складок) положение камеры в покрышке.

Бескамерные шины наполняют воздухом при вывернутом золотнике до двойного нормативного давления (в целях лучшей герметизации сопряжения борт шины —закраина обода). Затем ввинчивают золотник и доводят внутреннее давление в шине до нормативного значения при температуре 15...25°С.

Задание 3

Изучить устройства для шиномонтажных работ и выполнить демонтаж колес и шин

В зонах ТО и ТР для отвертывания и заворачивания гаек крепления колес грузовых автомобилей и автобусов обычно используют гайковерты. Гайковерт (рис. 2.4) состоит из тележки, на которой находятся электродвигатель, торцовый ключ с набором сменных торцовых головок и механизмы управления. Подъем и опускание гайковерта осуществляется винтовым телескопическим механизмом подъема. Переставлять ключ от одной гайки колеса к другой можно как за счет поворота колеса автомобиля, так и за счет вертикального перемещения механизма гайковерта.

Стенды демонтажа и монтажа шин грузовых и легковых автомобилей (рис. 2.5) конструктивно устроены одинаково и состоят из каркаса, вращающегося рабочего стола и демонтажных приспособлений — стойки с винтом и нажимными роликами. Внутри каркаса установлен

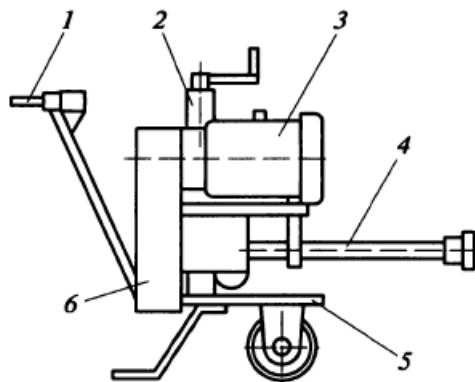


Рисунок 2.4 – Схема гайковерта для крепления колес: 1 — пульт управления; 2 — механизм подъема и опускания; 3 — электродвигатель; 4 — выходной вал; 5 — основание; 6 — приводной механизм

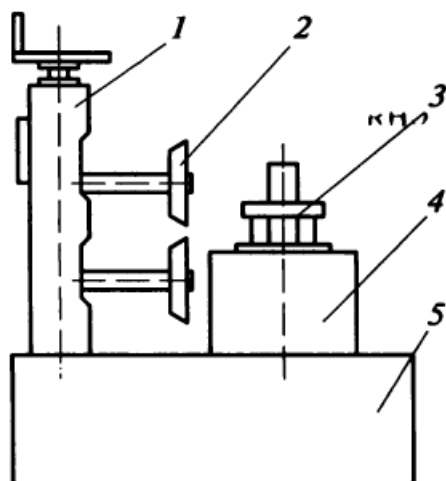


Рисунок 2.5 – Схема станда 1102 для демонтажных работ шин:
1 — стойка с винтом; 2 — нажимные ролики; 3 — сменная ступица;
4 — рабочий стол; 5 — каркас

Демонтажные работы колес и шин следует выполнять в следующем порядке:

- ◆ автомобиль, с которого предстоит снять колеса, надежно затормозить стояночным тормозом;
- ◆ ослабить гайки крепления колес гайковертом;
- ◆ вывесить колесо домкратом или подъемником;
- ◆ отвернуть гайки крепления колес к ступице;
- ◆ снять колесо.

Для демонтажа камерной шины с колеса на стенде необходимо:

- ◆ выпустить из камеры воздух;
- ◆ нанести мелом на шину и диск метки их взаимного расположения и метки расположения балансировочных грузиков;
- ◆ снять балансировочные грузики;
- ◆ установить колесо на ступицу стенда демонтажа шин и закрепить гайкой;
- ◆ включить электродвигатель (при этом колесо начнет вращаться), повернуть рычаги с отжимными роликами в рабочее положение и, вращая маховичок, сблизить верхний и нижний нажимные ролики. После того как борта покрышки отделятся от стенок диска колеса и сдвинутся в его углубленную часть, следует отключить питание от электропривода стенда;
- ◆ раздвинуть нажимные ролики стенда и отвести их в сторону на 90° ;
- ◆ ввести под верхний борт покрышки демонтажную лопатку, частично вывести борт шины над закраиной обода колеса и опереть лопатку серединой — о центр ступицы, а другим концом — о стойку стенда;

- ◆ включить электропривод стенда и после одного оборота колеса, когда весь борт покрышки окажется над бортом, остановить электродвигатель;
- ◆ протолкнуть вентиль внутрь покрышки и вынуть камеру;
- ◆ ввести конец монтажной лопатки под нижний борт и теми же приемами отделить его от обода, снять покрышку.

Монтаж шин производится в порядке, обратном демонтажу.

При этом необходимо:

- ◆ проверить техническое состояние всех элементов колеса (должны быть чистыми, хорошо окрашенными, не иметь механических повреждений, заусенцев, коррозии);
- ◆ припудрить тальком внутреннюю часть покрышки, камеру и ободную ленту;
- ◆ убедиться, что монтаж покрышки с направленным рисунком протектора выполнен в соответствии с указателем на боковине шины (стрелкой) и направлением вращения колеса. Если монтаж колеса осуществляется с новой шиной, имеющей балансировочную метку, то ее следует монтировать так, чтобы метка находилась напротив вентиля;
- ◆ осуществить монтаж колеса на стенде.

После монтажа необходимо накачать шину с камерой воздушной колонкой С-401, а бескамерную — на стенде модели С-414. При накачке шин грузового автомобиля во избежание несчастного случая необходимо, чтобы колесо было повернуто замковым кольцом вниз или защищено предохранительным устройством — клетью для накачки шин.

После монтажа и накачки шины, особенно легкового автомобиля, необходимо провести балансировку колеса в сборе.

При постановке колеса на автомобиль гайки следует затягивать в несколько приемов через одну («крестообразно»), обращая внимание на то, чтобы они центрировались своими фасками в гнездах диска. Затягивать гайки следует предназначенным для этой цели ключом или гайковертом. Момент затяжки гаек колес легковых автомобилей составляет примерно $75 \text{ Н} \cdot \text{м}$, грузовых — $250... 300 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен отражать наиболее важные положения о правилах эксплуатации автомобильных шин с обязательным включением следующих сведений:

- ♦ название и цель работы;
- ♦ техническое обеспечение;
- ♦ факторы, влияющие на интенсивность изнашивания протектора шин;
- ♦ требования к комплектации шин и колес автомобиля;
- ♦ протоколы основных контрольных операций по ТО шин автомобиля (см. табл. 2.32 и 2.34);
- ♦ основные выводы по выполнению операций ТО в составе учебной подгруппы и индивидуального задания.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каком нормативном документе отражен свод правил по ТО и ТР автомобильных шин?
2. Перечислите факторы, влияющие на ресурс шин.
3. При каких неисправностях шин и колес запрещена эксплуатация автомобиля?
4. Назовите характерные виды неравномерного и интенсивного изнашивания протектора шин и причины, их вызывающие.
5. Приведите перечень основных операций шинных работ при ЕО, ТО-1, ТО-2, СТО.
6. Какова технологическая последовательность операций при выполнении демонтажно-монтажных работ колес и шин?
7. Укажите предельные значения допустимого износа протектора шин легковых, грузовых автомобилей и автобусов.

Практическая работа № 2.3

БАЛАНСИРОВКА АВТОМОБИЛЬНЫХ КОЛЕС

Цель работы — изучить виды дисбаланса колес, устройство и принцип работы балансировочных стенов, а также технологию устранения дисбаланса колес легкового автомобиля на стенде AMR-2.

Общие сведения и основные понятия

Неуравновешенность (дисбаланс) колес по значимости влияния на ресурс шин занимает специфическую позицию. В связи с достаточно жесткими современными требованиями к однородности распределения масс шины по ее радиусу явление дисбаланса мало проявляется в первоначальный период эксплуатации автомобиля и не требует такого контроля, как, например, внутреннее давление в шинах и угол схождения колес. Однако в дальнейшем при наличии факторов, вызывающих дисбаланс колес, ресурс шин может быть снижен в 1,2—1,4 раза.

Устранение в процессе эксплуатации дисбаланса колес улучшает плавность хода, безопасность движения, легкость управления автомобилем; долговечность подвески возрастает в 1,5 раза. По этим причинам балансировку колес рекомендуется проводить через каждые 10... 15 тыс. км пробега. Кроме того, балансировку колес выполняют независимо от пробега после проведения демонтажных работ по замене шин, камер, дисков колес или их ремонта.

Различают статический и динамический дисбаланс колеса. Колесо считается уравновешенным, если его ось вращения $0—0$ совпадает с осью инерции $0'—0'$ (рис. 2.32).

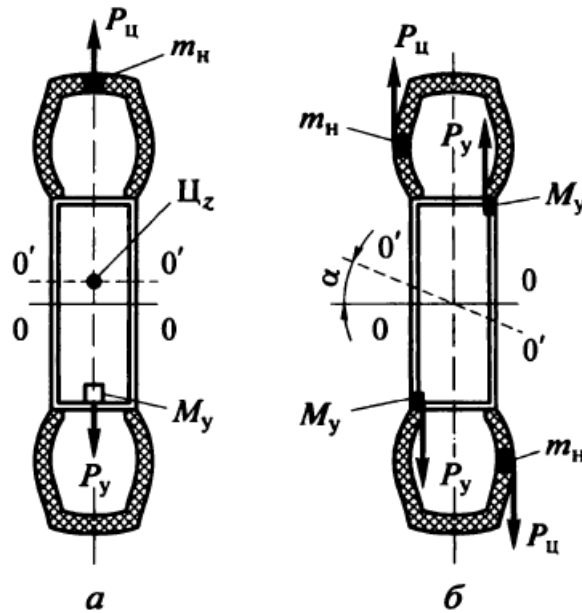


Рисунок 2.5 – Схема статического (а) и динамического (б) дисбалансов колес

Под статической понимается такая неуравновешенность, при которой действительная ось инерции $0'—0'$ колеса параллельна оси его вращения $0—0$, но не совпадает с ней (рис. 2.5, а). В этом случае неуравновешенная масса m_n , уравновешивается одной массой M_y , расположенной в плоскости, перпендикулярной оси вращения, с диаметрально противоположной стороны колеса. Центр тяжести $Ц_z$ колеса лежит в этой плоскости. Неуравновешенная масса при вращении колеса создает центробежную силу P_u , которая возрастает пропорционально квадрату скорости вращения. В результате балансировки с противоположной стороны колеса уравновешиваю-

щей массой M_y создается равная ей по величине уравновешивающая сила P_T

Динамический дисбаланс характеризуется неравномерностью распределения массы колеса относительно вертикальной плоскости его разреза по ширине, которые создают неуравновешенный момент M_n от действия центробежных сил P_n на плече, равном ширине колеса (рис. 2.32, б). При этом ось инерции $O'—O'$ динамически неуравновешенного колеса проходит через центр тяжести, но составляет некоторый угол α с его осью вращения $O—O$. Для динамической уравновешенности колеса в плоскости действия момента на краях колеса по обе стороны необходимо установить две уравновешивающие массы M_y для создания уравновешивающего момента, равного по абсолютной величине $M_{,,}$, но противоположного знака.

Влияние дисбаланса значительно увеличивается со скоростью движения, так как в процессе качения колеса неуравновешенная масса $m_{,,}$ создает центробежную силу $P_{ц}$, пропорциональную квадрату частоты вращения:

$$P_{ц} = m_{н}n^2R = m_{н}V^2/R,$$

где R — расстояние от оси вращения центра тяжести колеса до неуравновешенной массы $m_{,,}$; n — частота вращения колеса; V — окружная скорость центра тяжести массы $m_{н}$.

В соответствии с ГОСТ 4754 — 97 «Шины пневматические для легковых автомобилей, прицепов к ним, легких грузовых автомобилей и автобусов особо малой вместимости. Технические условия» требуется, чтобы у правильно собранных колес легковых ав-

томобилей динамический дисбаланс в каждой плоскости балансирования устранялся установкой балансировочных грузиков, максимальная масса которых не превышает: для диагональных шин с посадочным диаметром 13 дюймов — 80 г, для радиальных — 60 г, а для шин с посадочным диаметром 14 дюймов — 100 и 70 г соответственно.

Для грузовых шин статический дисбаланс не должен превышать 0,5 %, а для цельнометаллокордных шин — не более 0,35 % от произведения массы шины на свободный радиус качения (ГОСТ 5513—97 «Шины пневматические для грузовых автомобилей, прицепов к ним, автобусов и троллейбусов. Технические условия»).

Настоящее методическое руководство определяет общий порядок балансировки колес легковых автомобилей на стенде (со снятием колес). В результате выполнения данной лабораторной работы студент должен:

- ♦ получить представление о номенклатуре, устройстве и принципе действия балансировочных стендов для автомобильных колес;
- ♦ знать периодичность проверки дисбаланса колес и общие сведения о технологии их проведения;
- ♦ уметь осуществлять статическую и динамическую балансировку колес на стенде.

Порядок выполнения работы

Техническое обеспечение — набор колес автомобилей ВАЗ, воздухораздаточная колонка, стенд балансировки колес АМР-2, балансировочные грузики, комплект слесарного инструмента, учеб-

ные плакаты по устройству балансировочных стендов и правил их эксплуатации.

Занятия проводятся под руководством преподавателя с подгруппой студентов из 5 —7 человек.

Успешное выполнение работы возможно после ознакомления с методическими указаниями по проведению лабораторной работы и при условии строгого соблюдения следующих правил техники безопасности:

- ◆ не включать стенд без руководителя занятия;
- ◆ проверить заземление корпуса балансировочного стенда;
- ◆ перед пуском балансировочного стенда и до полной его остановки колесо должно быть закрыто защитным кожухом;
- ◆ при установке балансировочных грузиков работать только исправным инструментом;
- ◆ экстренная остановка балансировочного стенда осуществляется нажатием кнопки «СТОП».

После изучения методических указаний каждый студент получает персональное задание на проведение балансировочных работ одного колеса легкового автомобиля.

По окончании учебных занятий оформляется отчет по всем заданиям лабораторной работы.

Самостоятельная работа 6

Изучение номенклатуры и принципа работы стан­дов балан­сировки колес

Для динамической балансировки колес легковых автомобилей, микроавтобусов и коммерческих грузовиков широкое распространение получили полуавтоматические стационарные стан­ды К-121 (Россия), БС-1010, -1200 (Украина), АМР-2, -5 (Германия).

В современных компьютеризированных стан­дах ЛС1-01 (Россия), GSP 9200 Hunter, Geodyna-1100, -5501 (Германия) предусмотрен автоматический ввод геометрических параметров обода колеса, подлежащего балансировке. Автоматический цикл измерений позволяет за 5...7 с определить места установки и вес балан­сировочных грузиков с точностью ± 1 г. Стенды снабжены рейкой для позиционирования самоклеющегося грузика с механизмом размещения. Балансировке подлежат колеса всех типов с диамет­ром дисков 10...26,5 дюймов и массой до 200 кг.

Стационарные стан­ды осуществляют балансировку колес, снятых с автомобиля, но ее можно производить и непосредственно на автомобиле стан­дами подкатного типа К-125 (Россия), Hofmann SD-20 (Германия), ЕWК-15 (Польша).

Стационарные стан­ды динамической балансировки колес считаются более точными, хотя не учитывают возможную неуравно­вешенность масс ступицы колеса. Эти стан­ды представляют собой устройства, состоящие из электропривода, плавающей системы опоры приводного вала, тормозного механизма и электронной си-

стемы измерения. Проверяемое колесо устанавливается на диск зажимного цангового патрона и фиксируется на приводном валу стенда.

Электронная система определения массы балансировочных грузиков настраивается по параметрам ширины и диаметра балансируемого колеса ручным способом или автоматически.

При включении стенда электропривод раскручивает вал с колесом до $650... 800 \text{ мин}^{-1}$ (соответствует скорости движения автомобиля $100... 120 \text{ км/ч}$). Плавающая опора вала при неуравновешенности колеса начинает «бить». Максимальное биение достигается в положении, когда неуравновешенная масса колеса проходит нижнюю точку относительно оси вращения.

Пьезоэлектрические датчики измеряют моменты реакции опор и преобразуют механические усилия в электрические сигналы, которые поступают в аналоговый или цифровой преобразователь. Индикаторные приборы показывают значения масс корректирующих балансировочных грузиков, а также углов их положения в двух плоскостях (с внешней и внутренней сторон колеса).

Балансировочные стенды подкатного типа более оперативны, так как не требуют снятия колес с автомобиля, однако они менее точны. Принцип действия их аналогичен стационарным стендам, но есть некоторые конструктивные отличия. Балансировочные стенды подкатного типа состоят из индуктивного датчика, установленного на массивном основании, и подкатного станка с электродвигателем, который при помощи фрикционного диска раскручивает вывешенное колесо автомобиля, подлежащее балансировке. Колесо выве-

шивают на высоту, которая обеспечивает свободное перемещение рычагов передней подвески при его вращении. Индуктивный датчик с помощью регулирующей штанги фиксируется около наружного края нижнего рычага подвески. Колесо раскручивают от приводного механизма стенда до скорости, соответствующей 60...80 км/ч, а затем отводят его. Неуравновешенность вращающегося по инерции колеса вызывает вертикальные колебания рычага подвески, амплитуду которого фиксирует индуктивный датчик. По величине преобразованных сигналов амплитуды колебаний судят о весе грузиков для компенсации дисбаланса. Место крепления на ободу колеса балансировочного грузика определяется с помощью встроенного в стенд стробоскопа. Импульсная лампа стробоскопа вспышкивает в тот момент, когда неуравновешенная масса колеса проходит нижнюю точку вращения. Место вспышек лампы на шине колеса запоминают по характерным буквам, знакам, наносимым на ее боковину.

Задание

Выполнить балансировку колеса на стенде AMR-2

Стенд AMR-2 (рис. 2.6) предназначен для динамической балансировки снятых колес легковых автомобилей с посадочным диаметром диска не более 16 дюймов.

Балансировку выданного преподавателем колеса легкового автомобиля на стенде AMR-2 следует выполнять в следующем порядке:

♦ закрепить колесо на приводном валу станда. Для этого колесо крепится специальными болтами к диску зажимного патрона 5, который устанавливается на вал станда. Втулка цангового зажимного патрона должна быть повернута влево так, чтобы колесо с диском и патроном могло свободно передвигаться на валу. Сдвинуть колесо в направлении станда до касания наружного края ободного выступа колеса с вытянутым плоским стержнем 4. После этого патрон с колесом сильным поворотом зажимной втулки вправо установить на приводном валу;

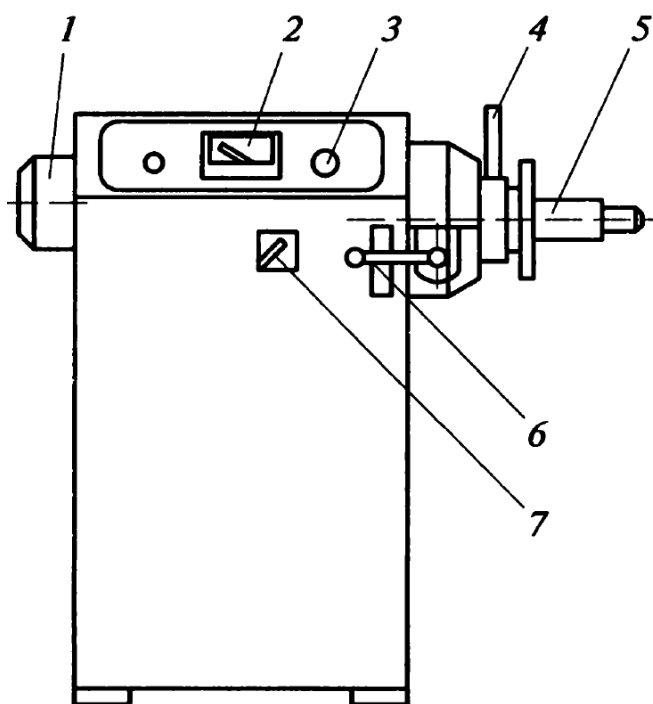


Рисунок 2.6 – Стенд AMR-2 для балансировки колес: 1 — градуированный диск места дисбаланса; 2 — измеритель массы балансирующего грузика; 3 — регулятор размерности шин; 4 — установочный стержень; 5 — зажимной патрон колеса на вале станда; 6 — переключатель плоскости балансировки (I и II) колеса; 7 — переключатель привода вращения колеса и тормоза

- ♦ проверить колесо на наличие биений закраин обода и шины, поскольку пятнистый износ протектора (см. рис. 2.33), характерный для неуравновешенных колес, может наблюдаться и при радиальных и осевых биениях диска или шины. Проверку наличия биений колеса осуществляют с помощью мела, закрепленного на подставке. Колесо раскручивают и подводят кронштейн с мелом на минимально возможное расстояние с тем, чтобы по оставляемым меловым меткам сделать заключение о величине и месте биения, которое не должно превышать 1,5 мм. Незначительные повреждения и деформации дисков устраняют с помощью гидропресса на стенде Р-184М или станке WS-001, предназначенных для правки колес;

- ♦ осуществить статическую балансировку колеса. Практика показывает, что часто колеса имеют статический дисбаланс, превышающий диапазон измеряемой величины динамического дисбаланса (свыше 200 г). Чтобы предупредить повреждения стенда из-за слишком большой неуравновешенности приводного вала, колеса предварительно статически балансируют. Для этого переключатель б устанавливают в нейтральное положение, как показано на рис. 2.6. Приводной вал с колесом в таком положении стопора свободно вращается. Выравнивание статической неуравновешенности производится путем подбора и крепления балансировочных грузиков на верхней части диска колеса, если оно останавливается при прокручивании от руки (не менее трех раз) в одной и той же точке, отмеченной мелом. Колесо считается статически уравновешенным, если оно при вращении останавливается в разных положениях;

- ♦ осуществить динамическую балансировку колеса сначала в плоскости I, а затем в плоскости II (внешняя и внутренняя стороны колеса).

Для балансировки наружной плоскости колеса I необходимо регуляторы 3, учитывающие размеры шин, установить на значения, отвечающие данным табл. 2.7. Включить приводной двигатель, повернув переключатель 7 влево. После того как колесо достигнет своей максимальной частоты вращения, переключатель 6 переводится вверх до упора («Плоскость I»).

Плавно поворачивать градуированный диск 1 до тех пор, пока стрелка измерителя дисбаланса 2 не достигнет значения 0. Относительно этого положения градуированный диск повернуть точно на 90° в направлении, которое дает отклонение стрелки измерителя дисбаланса 2 вправо по шкале. Полученное показание и есть величина дисбаланса в граммах.

Переключатель 6 поставить в нейтральное положение, а переключатель 7 повернуть вправо до упора, соответствующего режиму торможения приводного вала стенда с колесом. После остановки приводного вала переключатель вернуть в исходное (горизонтальное) положение.

Подобрать соответствующую показаниям шкалы измерителя 2 дисбаланса уравновешивающую массу балансировочного грузика с точностью ± 5 г.

Повернуть колесо с валом таким образом, чтобы цвет сектора и значение градусной шкалы приводного шкива (приводной шкив вала имеет такое же деление шкалы, как и градуированный диск)

совпали с красной маркировочной полосой. Удерживая колесо в этом положении, установить уравнивающую массу в верхней точке закраины борта диска колеса (вертикально над главным валом).

После установки балансирующего грузика проверить, не превышает ли остаточный дисбаланс допустимое значение — не более 10 г. Этому значению соответствует зеленый сектор шкалы измерителя массы балансирующего грузика. При необходимости балансировку в плоскости I произвести вновь.

Условием балансировки плоскости II (внутренняя плоскость колеса) является точная уравновешенность плоскости I (остаточный дисбаланс меньше 10 г). Для балансировки колеса в плоскости II необходимо после достижения максимальной частоты вращения переключатель б перевести вниз до упора («Плоскость II»). Неуравновешенность плоскости II определяется аналогично операциям для плоскости I. Уравнивающая масса подобранного балансирующего грузика устанавливается в верхней точке закраины борта на внутренней стороне обода колеса (ближе к шкале стенда).

Таблица 2.35 – Протокол балансировки колес

Тип автомобиля, обозначение размера шины	Величина дисбаланса до регулирования		Допустимое значение дисбаланса	Величина дисбаланса после регулирования	
	Наружная плоскость	Внутренняя плоскость		Наружная плоскость	Внутренняя плоскость

Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен включать в себя следующие сведения:

- название и цель работы;
- техническое обеспечение;
- схемы действия неуравновешенных сил при статическом и динамическом дисбалансе колес;
- краткое описание принципа измерения дисбаланса колес на стендах;
- протокол балансировки колес автомобиля (табл. 2.35);
- краткие выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите причины и последствия дисбаланса колес.
2. Объясните понятия статического и динамического дисбаланса колес.
3. Поясните принцип работы балансировочных стендов.
4. По каким признакам классифицируют стенды?
5. Укажите допустимые параметры дисбаланса для шин грузовых и легковых автомобилей.
6. Какова периодичность проверки дисбаланса колес автомобилей?
7. Приведите последовательность операций при проверке и выполнении статической балансировки колес без снятия их с автомобиля.

РАЗДЕЛ 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ЭКОНОМИЯ РЕСУРСОВ

Практическая работа 3.1

УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Цель работы – изучить методы управления запасами на предприятиях автомобильного транспорта.

Общие сведения и основные понятия

Значительным фактором в повышении эффективности работы АТП является рационализация материально-технического снабжения, одна из основных проблем которой состоит в планировании и управлении запасами.

Суть планирования и управления запасами состоит в определении правил организации процесса пополнения, хранения и расходования запаса и нахождении соответствующих численных параметров этого процесса.

Основной моделью управления запасами является так называемая классическая модель экономичного размера заказа, когда принимается, что условия производства требуют равномерного потребления запаса, и время заготовительного периода является строго постоянным (как это показано на рис. 3.1). В задаче минимизируются суммарные издержки хранения запасов, которые прямо пропорциональны объему этих запасов и времени хранения,

и издержки, связанные с заказом, которые постоянны на каждый заказ и не связаны с его объемом (рис. 3.2).

Из рис. 3.1 видно, что расходование запаса идет равномерно по времени (наклонная линия). Как только уровень запаса снижается до величины P_3 , равной запасу в точке заказа t_3 , производится заказ на поставку в объеме q_3 . Через определенный заготовительный период времени $t_{3п}$ на склад поступает в соответствии с заказом партия поставки q_n , равная заказу на поставку: $q_n = q_3$. В этот момент, т. е. в точке получения поставки t_n , объем запаса на складе будет максимальный P_{\max} . Этот процесс повторяется через определенные периоды между смежными заказами $t_{с.з}$ и смежными поставками $t_{с.п}$. Если процесс материального снабжения действительно строго регулярный, то никакого дополнительного запаса на складе иметь не нужно.

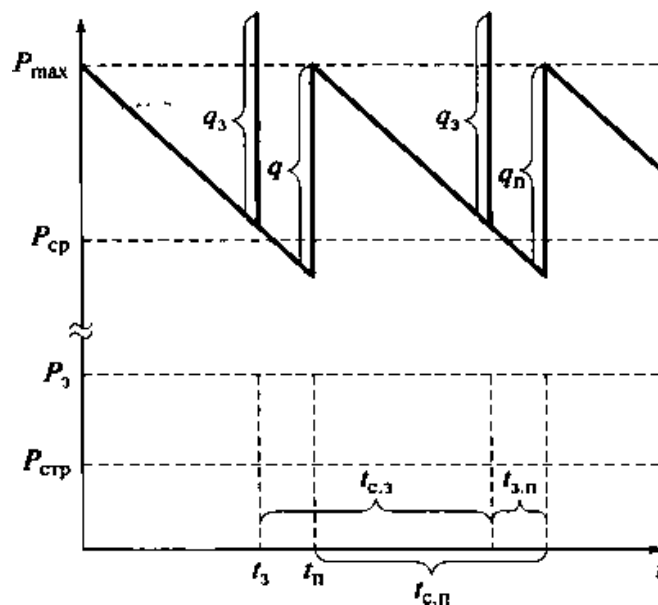


Рисунок 3.1 – График пополнения и расходования запаса запасных частей и агрегатов

Однако на практике все же бывают различные отклонения как в пополнении запасов, так и в их расходе, поэтому, как правило, необходимо иметь определенный страховой запас (на рис. 3.1 представлен уровнем $P_{стр}$). Поскольку расход запаса в данном примере рассматривается строго равномерным во времени, то средний уровень запаса на складе за длительный промежуток времени (линия P_{cp}) будет находиться точно на середине наклонной линии, характеризующей наличие запаса в каждый момент времени.

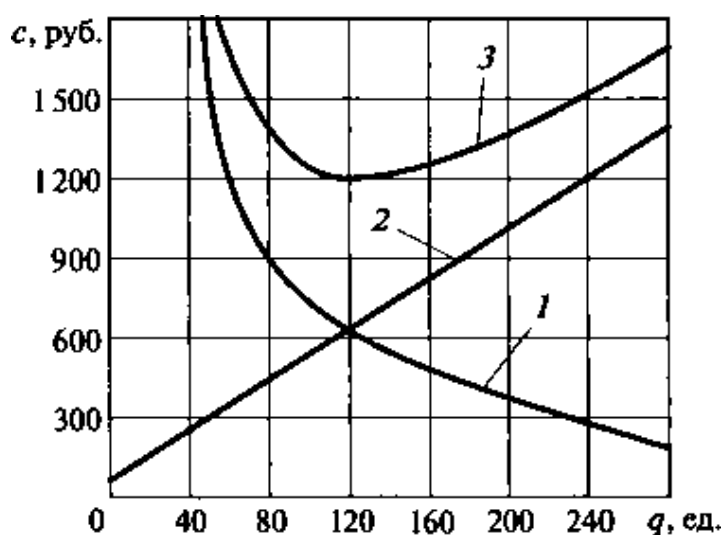


Рисунок 3.2 – Зависимость издержек c управления запасами от размера заказа q : 1 – затраты на поставку; 2 – затраты на хранение; 3 – суммарные затраты

Все указанные величины являются параметрами системы планирования и управления запасами. Некоторые из них являются натуральными объемными показателями (P измеряется в тоннах, штуках, единицах), а другие – временными (t – в днях, часах). В зависимости от конкретных условий при решении задач планирования и управления запасами одни из указанных выше параме-

тров принимаются как заданные, для других находят их оптимальные или близкие к ним значения. Оптимизация процесса управления запасами, как правило, предполагает минимизацию всех издержек и потерь, зависящих от пополнения, хранения и расходования запасов. При этом учитываются такие факторы, как стоимость материалов и запасных частей, заготовительные расходы, потери от дефицита, а в некоторых случаях и другие факторы.

Математически годовые издержки управления запасами выражаются формулой:

$$c = \frac{Q}{q} c_1 + \frac{q}{2} c_2,$$

где Q – годовая потребность в материале;

q – размер заказа (партии) поставок;

c_1 – сумма постоянных транспортно-заготовительных расходов, приходящихся на одну партию поставок (на один заказ);

c_2 – издержки хранения и содержания единицы продукции в запасе (за год).

Первый член выражения показывает общие затраты по заказам на поставку продукции, при этом Q/q — число этих заказов за год. Второй член показывает затраты на хранение продукции на складе, так как $q/2$ — это средние запасы при идеальных условиях их расходования и пополнения, когда запас расходуется строго равномерно, и как только он полностью исчерпывается, мгновенно поступает новая партия. В условиях такого идеального процесса, который называют статистически детерминированным, т.е. строго определенным, без каких-либо случайностей, страховой запас не

нужен, что позволяет не учитывать его при определении издержек управления запасами в данном случае.

Для минимизации вышеприведенного выражения оно дифференцируется по искомой величине партии поставки q , полученную производную приравнивают к нулю и на этой основе получают формулу оптимального размера заказа (партии) поставки

$$q_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2c_1Q}{c_2}}.$$

Из этого выражения можно получить ряд других параметров. Так, число заказов за год (число партий поставок) можно найти по формуле $n = Q/q_{\text{опт}}$.

Отсюда выводится выражение для расчета периода между смежными заказами (смежными поставками) при годовом расчете t_c
 $z = 365/n$.

Средний уровень текущих запасов рассчитывается как половина оптимальной партии поставки: $p_{\text{ср}} = q_{\text{опт}}/2$.

Из рис. 3.2 видно, что размер заказа может колебаться в некоторых пределах без существенного изменения суммарной величины общих издержек.

Рассмотренная формула определения оптимальной партии поставки выведена для идеальных условий функционирования процесса снабжения. На практике фактический расход запаса неравномерен, время между заказом и поставкой и между смежными поставками также подвержено колебаниям. В связи с этим на складах предприятий необходимо иметь страховые запасы, предназначенные для удовлетворения потребностей в материалах и за-

пасных частях при нарушении сроков поставок и размеров очередных партий, колебаниях потребности в период между поставками.

Если имеется значительный страховой запас, то он способен покрыть все случайные отклонения. Однако это приведет к достаточно большим затратам по содержанию страхового запаса на складе предприятия. Если этот запас недостаточен, то возникнут потери, связанные с отсутствием в нужный момент запасов на складе, т.е. потери от дефицита. Таким образом, определяющим экономическим фактором при расчете величины страхового запаса является достижение минимальных суммарных затрат, связанных с содержанием этого запаса на складе и с потерями от дефицита.

Наиболее простым является определение страхового запаса, когда имеется только одна случайная величина — потребность между двумя смежными поставками. Тогда подход к определению его размеров будет состоять в следующем. В теории управления запасами доказано, что оптимальный уровень страхового запаса $R_{стр}$ при наличии только одной случайной величины — потребности между двумя смежными поставками — должен быть таким, чтобы вероятность возникновения дефицита (коэффициент риска отсутствия материала на складе p) определялась следующим выражением:

$$p = \frac{c_2}{c_2 + c_3},$$

где c_2 — стоимость хранения и содержания единицы продукции на складе в течение года;

c_3 — потери из-за отсутствия (дефицита) единицы материала.

Следовательно, страховой запас должен отвечать следующему условию: чтобы вероятность риска того, что размер $P_{стр}$ окажется недостаточным для покрытия разницы между размером очередной партии поставок q и размером потребности между двумя смежными поставками V , была бы равна величине p . Математически это можно записать так: $P\{V - q > P_{стр}\} = p$.

Чтобы из этого выражения определить размер страхового запаса $P_{стр}$, необходимо знать характер распределения случайной величины V . Если эта случайная величина имеет нормальное распределение, то, зная среднеквадратичное отклонение a этой величины и заданное значение вероятности p , можно с этой вероятностью найти размер оптимального страхового запаса. При этом вероятность бездефицитного снабжения должна быть равна $1 - p$, а размер страхового запаса

$$P_{стр} = \sigma t_{1-p},$$

где t_{1-p} — численное значение величины стандартизированного отклонения интегральной функции нормального распределения с вероятностью $1 - p$.

Таблица значений интегральной функции нормального распределения для соответствующих значений стандартизированных величин приводится в пособиях по теории вероятностей и математической статистике.

Если причины, вызывающие отклонения размера потребности от ее ожидаемого значения, действуют весьма редко, но число таких причин велико, то случайная величина потребности может быть распределена по закону Пуассона. Тогда ожидаемое значение

величины потребности будет равно q , а $\sigma = \sqrt{q}$. Страховой запас в этих условиях может быть определен по Возможно также равномерное распределение вероятности случайного значения потребности V , когда известны минимальное и максимальное значения, причем вероятность появления любого из них и всех значений, лежащих между ними, одинакова. В теории управления запасами для этого случая выведена следующая формула величины страхового запаса:

$$P_{\text{стр}} = \left(\frac{1}{2} - p \right) (V_{\text{max}} - V_{\text{min}}).$$

При различном характере распределения случайной величины потребности V между двумя смежными поставками получаются весьма отличающиеся друг от друга размеры страхового запаса. Это показывает, что, прежде чем приступить к расчету оптимального размера страхового запаса, необходимо тщательно проанализировать фактическое распределение этих случайных величин и на основе такого анализа определить, какой характер распределения имеет место в реальной действительности.

Приведенные формулы позволяют определить все параметры управления запасами в любой из описанных ранее организационных систем пополнения запасов.

Порядок выполнения работы

Занятие проводится под руководством преподавателя с группой студентов.

Успешное выполнение работы возможно после ознакомления с методическими указаниями по проведению практического занятия и при условии строгого соблюдения правил техники безопасности.

После изучения методических указаний каждый студент получает персональные данные для расчета и выполняет необходимые вычисления по определению показателей снабжения (оптимальные размер заказа и величина страхового запаса).

По окончании учебных занятий оформляется отчет по работе и осуществляется его защита.

Содержание отчета

Отчет по работе должен отражать наиболее важные положения по методике расчета показателей снабжения предприятия запасными частями с включением следующих сведений:

- название и цель работы;
- описание методики расчета показателей снабжения предприятия запасными частями;
- исходные данные индивидуального задания и результаты расчетов показателей снабжения запасными частями;
- графики издержек управления запасами в зависимости от размера заказа;
- выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите виды запасов на АТП.

2. Дайте определение страхового запаса.
3. Как определяется размер поставки?
4. От чего зависит периодичность поставок?
5. Назовите экономический критерий при расчете запасов.

Практическая работа 3.2

НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Цель работы – изучить методы нормирования расхода топлива на автомобильном транспорте.

Общие сведения и основные понятия

Значения базовых норм расхода топлива для автомобильного подвижного состава общего назначения, норм расхода топлива на работу специальных автомобилей, порядок их применения и методы расчета нормируемого расхода топлива при эксплуатации, нормативы по расходу смазочных материалов приведены в руководящем документе «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте» Р 3112194-0366–03, утвержденном Министерством транспорта Российской Федерации 29.04.2003, и его дополнении, введенном 01.01.2008.

Руководящий документ предназначен для АТП, организаций, предпринимателей независимо от формы собственности, эксплуатирующих автомобильную технику и специальный подвижной состав на шасси автомобилей на территории России. Эти нормативы могут быть использованы в качестве основы для расчета ведомственных норм при эксплуатации специальных и технологических автомобилей.

Норма расхода топлива (или смазочного материала) применительно к автомобильному транспорту подразумевает установленное

значение меры его потребления при работе автомобилей конкретной модели, марки или модификации.

Нормы расхода топлив (смазочных материалов) на автомобильном транспорте предназначены для расчетов нормируемого запаса или расхода топлива, для ведения статистической и оперативной отчетности, определения себестоимости перевозок, планирования потребности предприятий в обеспечении нефтепродуктами, осуществления расчетов по налогообложению предприятий, установления режима экономии и энергосбережения потребляемых нефтепродуктов, проведения расчетов с пользователями транспортных средств и водителями.

Нормы расхода топлива соответствуют определенным условиям работы автомобильных транспортных средств согласно их классификации и назначению.

Нормы включают в себя расход топлива, необходимый для осуществления транспортного процесса, а дополнительный расход топлива на технические, гаражные и прочие внутренние хозяйственные нужды, не связанные непосредственно с технологическим процессом перевозок пассажиров и грузов, в состав норм не включается и устанавливается отдельно. Для автомобилей общего назначения установлены следующие виды норм:

- базовая норма в литрах на 100 км пробега (л/100 км) для автотранспортного средства в снаряженном состоянии;
- транспортная норма в литрах на 100 т·км (л/100 т·км):
- норма для автобуса, где учитывается снаряженная масса и нормируемая по назначению автобуса загрузка пассажиров;

- норма для самосвала, где учитывается снаряженная масса и нормируемая (коэффициент 0,5) загрузка самосвала.

Транспортная норма в литрах на 100 т·км (ее величина зависит от вида топлива: для дизельного топлива 1,3 л/100 т·км; для бензина 2 л/100 т·км) для грузового автомобиля учитывает дополнительный к базовой норме расход топлива при движении автомобиля с грузом или полуприцепа с грузом, автопоезда с прицепом или полуприцепом без груза и с грузом.

Базовая норма расхода топлива зависит от конструкции, категории, типа и назначения автомобильного подвижного состава (легковые, грузовые автомобили, автобусы и т.д.) и учитывает снаряженное состояние автомобиля, типизированный маршрут и режим работы двигателя в эксплуатации.

Нормы расхода топлива на 100 км пробега автомобиля установлены в следующих измерениях:

- для бензиновых и дизельных автомобилей — в литрах бензина или дизельного топлива;
- для автомобилей, работающих на СНГ, — в литрах СНГ (из расчета 1 л бензина соответствует 1,32 л СНГ);
- для автомобилей, работающих на КПП, — в кубических метрах КПП (из расчета 1 л бензина соответствует 1 м³ КПП);
- для газодизельных автомобилей норма расхода сжатого природного газа указывается в кубических метрах, а норма расхода дизельного топлива — в литрах, их соотношение определяется производителем техники (или в инструкции по эксплуатации).

Учет дорожно-транспортных, климатических и других эксплуатационных факторов производится с помощью поправочных коэффициентов, регламентированных в виде процентов повышения или снижения исходного значения нормы (их значения устанавливаются распоряжениями руководителей АТП или местными администрациями). Нормы расхода топлива повышаются при следующих условиях:

- работа автомобильного транспорта в зимнее время года в зависимости от климатических районов страны — 5...20 %;
- работа автомобильного транспорта на дорогах общего пользования (I, II и III категорий) в горных местностях, включая городские и сельские поселения и пригородные зоны, при высоте над уровнем моря: от 300 до 800 м — до 5 % (нижнегорье);
- от 801 до 2 000 м — до 10 % (среднегорье);
- от 2 001 до 3 000 м — до 15 % (высокогорье); свыше 3 000 м — до 20 % (высокогорье),
- работа автомобильного транспорта на дорогах общего пользования (I, II и III категорий) со сложным планом, вне пределов городов и пригородных зон, где в среднем на 1 км пути имеется более пяти закруглений радиусом менее 40 м (т.е. на 100 км пути не менее 500 поворотов) — до 10 %;
- работа автомобильного транспорта в городах с населением: свыше 3 млн человек — до 25 %; от 1 до 3 млн человек — до 20 %; от 250 тыс. до 1 млн человек — до 15 %;

- от 100 тыс. до 250 тыс. человек — до 10 %; в городах и поселках городского типа (при наличии светофоров и других знаков дорожного движения) с населением до 100 тыс. человек — до 5 %;
- работа автомобильного транспорта, требующая частых технологических остановок, связанных с погрузкой и выгрузкой, посадкой и высадкой пассажиров, в том числе маршрутных такси, автобусов, грузопассажирских и грузовых автомобилей малого класса, автомобилей типа пикап, универсал и т. п., включая перевозки продуктов и малых грузов, обслуживание почтовых ящиков, инкассацию денег, обслуживание
- для бензиновых и дизельных автомобилей — в литрах бензина или дизельного топлива;
- для автомобилей, работающих на СНГ, — в литрах СНГ (из расчета 1 л бензина соответствует 1,32 л СНГ);
- для автомобилей, работающих на КППГ, — в кубических метрах КППГ (из расчета 1 л бензина соответствует 1 м³ КППГ);
- для газодизельных автомобилей норма расхода сжатого природного газа указывается в кубических метрах, а норма расхода дизельного топлива — в литрах, их соотношение определяется производителем техники (или в инструкции по эксплуатации).

Учет дорожно-транспортных, климатических и других эксплуатационных факторов производится с помощью поправочных коэффициентов, регламентированных в виде процентов повышения или снижения исходного значения нормы (их значения устанавливаются распоряжениями руководителей АТП или местными администрациями).

Нормы расхода топлива повышаются при следующих условиях:

- работа автомобильного транспорта в зимнее время года в зависимости от климатических районов страны — 5...20 %;
- работа автомобильного транспорта на дорогах общего пользования (I, II и III категорий) в горных местностях, включая городские и сельские поселения и пригородные зоны, при высоте над уровнем моря: от 300 до 800 м — до 5 % (нижнегорье);
- от 801 до 2 000 м — до 10 % (среднегорье); от 2 001 до 3 000 м — до 15 % (высокогорье);
- свыше 3 000 м — до 20 % (высокогорье), работа автомобильного транспорта на дорогах общего пользования (I, II и III категорий) со сложным планом, вне пределов городов и пригородных зон, где в среднем на 1 км пути имеется более пяти закруглений радиусом менее 40 м (т.е. на 100 км пути не менее 500 поворотов) — до 10 %;
- работа автомобильного транспорта в городах с населением: свыше 3 млн человек — до 25 %; от 1 до 3 млн человек — до 20 %; от 250 тыс. до 1 млн человек — до 15 %;
- от 100 тыс. до 250 тыс. человек — до 10 %; в городах и поселках городского типа (при наличии светофоров и других знаков дорожного движения) с населением до 100 тыс. человек — до 5 %;
- работа автомобильного транспорта, требующая частых технологических остановок, связанных с погрузкой и выгрузкой, посадкой и высадкой пассажиров, в том числе маршрутных такси, автобусов, грузопассажирских и грузовых автомобилей малого класса,

автомобилей типа пикап, универсал и т. п., включая перевозки продуктов и малых грузов, обслуживание почтовых ящиков, инкассацию денег, обслуживание пенсионеров, инвалидов, больных и т.д. (при условии в среднем более чем одна остановка на 1 км пробега, при этом остановки у светофоров, перекрестков и переездов не учитываются) — до 10 %; перевозка нестандартных крупногабаритных, тяжеловесных, опасных грузов, грузов в стекле, движение в колоннах и при сопровождении и в других подобных случаях с пониженными скоростями движения автомобиля до 20... 30 км/ч — до 15 %, при пониженных скоростях до 10 км/ч — до 35 %; при пробеге первой 1000 км новыми автомобилями (обкатка) и автомобилями, вышедшими из капитального ремонта, а также при централизованном перегоне таких автомобилей своим ходом в одиночном состоянии — до 10 %, при перегоне автомобилей в спаренном состоянии — до 15 %, в строенном состоянии — до 20 %;

- для автомобилей, находящихся в эксплуатации более 5 лет, — до 5 %, более 8 лет — до 10 %;

- при работе грузовых автомобилей, фургонов, грузовых таксомоторов без учета массы перевозимого груза, при работе автомобилей в качестве технологического транспорта, включая работу внутри предприятий, — до 10 %;

- при работе специализированных автомобилей (киносъемочных, ремонтных, автовышек, автопогрузчиков и т.п.), выполняющих транспортный процесс при маневрировании на пониженных скоростях, при частых остановках и движении задним ходом — до 20 %;

- при работе в карьерах, движении по полю, при вывозке леса и на участках горизонтальной дороги IV и V категории вне основной дороги общего пользования: для автотранспортных средств в снаряженном состоянии без груза — до 20 %, с полной или частичной загрузкой в зависимости от полной массы — до 40 %;
- при работе в чрезвычайных климатических и дорожных условиях в период сезонной распутицы, снежных или песчаных заносов, при сильном снегопаде и гололедице, наводнениях и других стихийных бедствиях для дорог I, II и III категорий — до 35 %, для дорог IV и V категорий — до 50 %;
- при учебной езде — до 20 %;
- при использовании кондиционера или установки «климат-контроль» при движении автомобиля — до 7 %.

При использовании кондиционера или установки «климат-контроль» на стоянке (независимо от времени года) нормативный расход топлива устанавливается из расчета: 1 ч простоя с работающим двигателем соответствует 10 км пробега.

При простоях автомобиля под погрузкой и разгрузкой в пунктах, где по условиям безопасности или другим действующим правилам запрещается выключать двигатель (нефтебазы, специальные склады, банки и т.п.), при простоях со специальным грузом, не допускающим охлаждения салона (кузова) автомобиля, нормы расхода топлива повышаются до 10 %.

В зимнее или холодное время года (при среднесуточной температуре ниже +5 °С) при простоях и прогреве автомобилей и автобусов (при отсутствии независимых отопителей), а также при про-

стоях с работающим двигателем в ожидании пассажиров (в том числе больных, инвалидов и т. п.) устанавливается нормативный расход топлива из расчета: 1 ч простоя соответствует 10 км пробега автомобиля.

Предельные значения зимних надбавок к нормам расхода автомобильного топлива по регионам России на основе значений среднемесячных, максимальных и минимальных температур воздуха, данных о продолжительности зимнего периода дифференцированы в соответствии с ГОСТ 16350 — 80 «Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей». При работе в зимнее время линейные нормы увеличиваются: в южных районах страны до 5 %; в северных — до 15 %; в районах Крайнего Севера и местностях, приравненных к ним, — до 20 %; в остальных — до 10 % с указанием срока их действия (выдержка из руководящего документа Р 3112194—03 «Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте» по зимним надбавкам представлена в табл. 3.1).

Указанный период применения зимних надбавок к норме и их величину рекомендуется оформлять распоряжениями региональных (местных) органов власти, а при отсутствии соответствующих распоряжений — приказами руководителей предприятий.

Региональные органы власти или руководители предприятий могут производить уточнения по периоду применения и значениям зимних надбавок в рекомендованных пределах для данного региона, при значительных отклонениях от среднестатистических значений — по согласованию со службами Гидрометцентра России

Таблица 3.1 – Значения зимних надбавок к нормам расхода топлива в регионах России по климатическим районам

Регион России (по федеральному округу)	Срок действия надбавок в зимний период эксплуатации	Предельная величина надбавок в зимний период, %
Краснодарский край (СевероКавказский федеральный округ)	01.12-01.03	5
Саратовская обл. (Приволжский федеральный округ)	01.11-31.03	10
Острова Северного Ледовитого океана (Дальневосточный федеральный округ)	01.11-31.05	20

Допускается на основании распоряжения местной администрации или приказа руководителя предприятия:

- на внутригаражные разезды и технические надобности АТП (технические осмотры, регулировочные работы, приработка деталей двигателей и других агрегатов автомобиля после ремонта и т.п.) увеличивать нормативный расход топлива до 1 % от общего количества потребляемого топлива данным предприятием (с учетом относительного количества единиц автотранспортных средств, используемых при выполняемых работах);
- для марок и модификаций автомобилей, не имеющих конструктивных отличий, но отличающихся от базовой модели собственной массой (при установке фургонов, кузовов, тентов, дополнительного оборудования, бронирования и т.д.), норму расхода

топлива корректировать на каждую тонну увеличения (уменьшения) собственной массы транспортного средства — увеличением (уменьшением) до 2 л/100 км по автомобилям с бензиновыми двигателями, до 1,3 л/100 км — с дизелями, до 2,6 л/100 км по автомобилям, работающим на сжиженном газе, до 2 м³/100 км по автомобилям, работающим на КПГ; при газодизельном процессе двигателя ориентировочно до 1,2 м³ природного газа и до 0,25 л/100 км дизельного топлива;

- норму расхода топлива снижать при работе на дорогах общего пользования, расположенных за пределами пригородной зоны на равнинной слабохолмистой местности (высота над уровнем моря до 300 м; дороги I, II и III категорий), до 15 %.

В том случае, когда автомобильный транспорт эксплуатируется в пригородной зоне вне границы города, поправочные (городские) коэффициенты не применяются. При необходимости применения одновременно нескольких надбавок норма расхода топлива устанавливается с учетом суммы или разности этих надбавок.

В дополнение к нормированному расходу газа допускается расходование бензина и дизельного топлива для ГБА в следующих случаях:

- для заезда в ремонтную зону и выезда из нее после проведения технических воздействий — до 5 л ГБА;

- для пуска двигателя ГБА в зимнее время (при температуре окружающей среды ниже 0 °С) — до 10 л в месяц на один автомобиль;

- на маршрутах, протяженность которых превышает запас хода одной заправки газа, — до 25 % от общего расхода топлива на указанных маршрутах. Принимая во внимание возможные изменения и многообразие условий эксплуатации автомобильной техники, в случае производственной необходимости можно уточнять или вводить отдельные поправочные коэффициенты к нормам расхода топлива по распоряжению руководителей местных администраций 252 регионов страны, министерств и ведомств при соответствующем обосновании и по согласованию с Минтрансом России. Для новых моделей, марок и модификаций автомобильной техники руководители местных администраций регионов и предприятий вправе вводить в действие разрабатываемые НИИАТ в установленном порядке временные нормы.

Порядок выполнения работы

Выполнение работы возможно после ознакомления с методическими указаниями по проведению практического занятия и техническим обеспечением, а также при условии строгого соблюдения правил техники безопасности.

После изучения методических указаний по каждому заданию студент получает персональные данные для расчета (наименование моделей автомобилей и условия их работы) и под контролем преподавателя выполняет необходимые вычисления по определению норм расхода топлива в соответствии с примерами. По окончании учебных занятий оформляется отчет по работе и осуществляется его защита.

Самостоятельная работа 7

. Изучение методики нормирования расхода топлива для легковых автомобилей

Для легковых автомобилей нормируемое значение расхода топлива Q_H , л, рассчитывается по следующему соотношению:

$$Q_H = 0,01Nl/(1 + 0,01D),$$

где N — базовая норма расхода топлива на пробег автомобиля, л/100 км (табл. 3.2);

- l — пробег автомобиля, км;
- D — поправочный коэффициент (суммарная относительная надбавка или снижение) к норме, %.

Таблица 3.2 – Базовые нормы расхода топлива для отечественных и зарубежных легковых автомобилей

Модель, марка, модификация автомобиля	Базовая норма, л/100 км	Топливо
ВАЗ-2106 (ВАЗ-2106-4L-1,57-75,5-5M)	8,5	Б
ВАЗ-2110-010 (ВАЗ-2110-4L-1,499-73-5M)	7,8	Б
ВАЗ-2131 (ВАЗ-2131 -4L-1,69-80-5M)	11,3	Б
ГАЗ-24-10 (ЗМЗ-402-4L-2,45- 100-4M)	13,0	Б
ГАЗ-24-17 (ЗМЗ-402-4L-2,45-100-4M)	16,5	СНГ
ГАЗ-3110 (ЗМЗ-4020-4L-2,445- 100-5M)	12,2	Б
ГАЗ-3ПО (Rover-4L-1,966- 136-5M)	10,7	Б
УАЗ-31512 (ЗМЗ-4025.10-4L-2,45-90-4M)	15,5	Б
Audi 80 1,6 (АВМ-4L-1,595-75-5M)	8,5	Б

Audi A6 2,5TD1 (AEL-5L-2,461-140-6M)	6,9	Д
Hyundai Accent 1,5 (4L-1,495-99-5M)	7,9	Б
Opel Vectra 2,0 i (X20XEV-4L-1,988-136-	8,8	Б

Примечания: 1. ВАЗ-2106 — марка двигателя; 4L — число и расположение цилиндров: L — рядное (V-образное, оппозитное); 1,57 — рабочий объем двигателя, л; 75,5 — мощность двигателя, л.с.; 5М — количество передач, М — механическая, А — автоматическая. 2. Топливо: Б — бензин, Д — дизельное топливо, СНГ — сжиженный нефтяной газ.

Пример выполнения самостоятельной работы 7

Легковой автомобиль-такси «Волга» ГАЗ-3ПО, работавший в горной местности на высоте 300...800 м, совершил пробег общей протяженностью 264 км. Исходные данные:

- базовая норма расхода топлива для легкового автомобиля ГАЗ-3ПО составляет $H = 12,2$ л/100 км;

- надбавка за работу в горной местности на высоте над уровнем моря от 300 до 800 м составляет $D = 5$ %.

Тогда нормируемый расход топлива:

$$Q_n = 0,01 H / (1 + 0,01 D) = 0,01 \cdot 12,2 \cdot 264 (1 + 0,01 \cdot 5) = 33,8 \text{ л.}$$

Самостоятельная работа 8

Изучение методики нормирования расхода топлива для автобусов

Для автобусов нормируемое значение расхода топлива Q_H , л, рассчитывается по следующему соотношению:

$$Q_H = 0,01Nl/(1 + 0,01D) + N_{от} T,$$

где N — транспортная норма расхода топлива на пробег автобуса, л/100 км (с учетом нормируемой по классу и назначению автобуса загрузкой пассажиров);

l — пробег автобуса, км;

$N_{от}$ — норма расхода топлива при использовании штатных независимых отопителей, л/ч (табл. 3.3);

T — время работы автомобиля с включенным отопителем, ч;

D — поправочный коэффициент, %.

Таблица 3.3 – Нормы расхода топлива на обогрев салонов автобусов и кабин автомобилей независимыми отопителями

Марка и модель автомобиля	Марка отопителя	Расход топлива, л/ч работы на линии	Примечание
Икарus-250	Sirokko-268	2,3	—
Икарus-280	Sirokko-268 совместно с Sirokko-262	3,5	С учетом обогрева прицепа
ЛАЗ-699	ОВ-95	1,4	—
ЛАЗ-4202	П-148106	2,5	—
ЛиАЗ-5256	ДВ-2020	2,5	—

Пользование отопителем предполагается в зимний период (когда автомобили работают по нормам расхода топлива с применением зимних надбавок), а также в холодное время года при среднесуточных температурах ниже +5 °С.

Пример выполнения самостоятельной работы 8

Городской автобус Ikarus-280.33 работал в городе в зимнее время с использованием штатных отопителей салона Sirokko-268 совместно с Sirokko-262 (отопитель прицепа), совершил пробег 124 км при работе на линии 6 ч.

Исходные данные:

- базовая норма расхода топлива на пробег для автобуса Ikarus-280.33 составляет $H = 43$ л/100 км (нормы расхода топлива для автобусов представлены в табл. 3.4);
- надбавка за работу в зимнее время $D = 10$ %;
- норма расхода топлива на работу отопителя Sirokko-268 совместно с Sirokko-262 составляет $H_{от} = 3,5$ л/ч.

Тогда нормируемый расход топлива:

$$Q_H = 0,01 H / (1 + 0,01 D) + H_{от} T = 0,01 \cdot 43 \cdot 124 (1 + 0,01 \cdot 10) + 3,5 \cdot 6 = 79,7 \text{ л.}$$

Таблица 3.4 – Базовые нормы расхода топлива отечественных и зарубежных автобусов

Модель, марка, модификация автобуса	Базовая норма, л/100 км	Топливо
ГАЗ-3221 (ЗМЗ-4026.10-4L-2,445-100-5М)	16,9	Б
ЛАЗ-699Р (ЯМЗ-236М2-6У-11,5-180-5М)	28,1	д
ЛАЗ-4202 (КАМАЗ-740,8-8V-10,85-195-5М)	35,0	д
ЛиАЗ-5256 (КАМАЗ-740,8-8V-10,85-195-5М)	35,6	д
ПАЗ-3205 (ЗМЗ-5234.10-8V-4,67-130-4М)	32,0	Б
ПАЗ-3205-70 (А-245.7-4L-4,75- 122,4-5М)	20,9	д
Ikarus-260 (Raba- MAN-D2156N M-6V-10,35-192-5A)	31,0	д
Ikarus-280 (Raba-MAN-D2156NM-6V-10,35-185-6M)	43,0	д
Mercedes-Benz Sprinter 308D (601.943-4L-2,3-143-5M)	13,7	д

Задание 1

Изучение методики нормирования расхода топлива для грузовых бортовых автомобилей и автомобилей- тягачей

Для грузовых бортовых автомобилей и автопоездов нормируемое значение расхода топлива рассчитывается по следующему соотношению:

$$Q_H = 0,01 \cdot (N_{ап} l + N_w \cdot 0,01 D) (1 + 0,01 D),$$

где l — пробег автомобиля или автопоезда, км;

$N_{ап}$ — норма расхода топлива на пробег автомобиля или автопоезда с прицепом без груза, л/100 км:

$$N_{ап} = N + N_d G_{п},$$

где H — базовая норма расхода топлива на пробег автомобиля (тягача) в снаряженном состоянии (табл. 3.5), л/100 км; ($H_{ан} = H$ для одиночного автомобиля, тягача);

H_d — норма расхода топлива на дополнительную массу прицепа или полуприцепа, л/100 ткм);

$G_{п}$ — собственная масса прицепа или полуприцепа, т;

H_w — норма расхода топлива на транспортную работу, л/100 т-км;

W — объем транспортной работы, т км:

$$W = G_{гр} l_{гр},$$

где $G_{гр}$ — масса груза, т;

$l_{гр}$ — пробег с грузом, км.

Для грузовых бортовых автомобилей и автопоездов, выполняющих работу, учитываемую в т км, норма расхода топлива дополнительно к базовой норме увеличивается (из расчета в литрах на каждую тонну груза на 100 км пробега) в зависимости от вида используемого топлива в следующих размерах: для бензина — до 2 л; дизельного топлива — до 1,3 л; СНГ — до 2,64 л; КПГ — до 2 м³; при газодизельном питании ДВС ориентировочно — до 1,2 м³ природного газа и до 0,25 л дизельного топлива.

При работе грузовых бортовых автомобилей, тягачей с прицепами и седельных тягачей с полуприцепами норма расхода топлива (л/100 км) на пробег автопоезда увеличивается в литрах на каждую тонну собственной массы прицепов и полуприцепов в зависимости от вида топлива.

Таблица 3.5 – Базовые нормы расхода топлива для грузовых бортовых автомобилей

Модель, марка, модификация бортового автомобиля	Базовая норма л/100 км	Топливо
ГАЗ-53-07 (ЗМЗ-53-8V-4,25-115-4М)	26,0	СНГ
ГАЗ-53-27 (ЗМЗ-53-8V-4,25-115-4М)	28,0	КПГ
ГАЗ-3302 (ЗМЗ-4063,10-4L-2,3-110-5М)	15,5	Б
ЗИЛ-130 (ЗИЛ-1Э0-8У-6,0-150-5М)	31,0	Б
ЗИЛ-431410 (ЗИЛ-508.10-8V-6,0- 150-	31,0	Б
ЗИЛ-431410 (Д-243-4Б-4,75-78-5М)	19,5	Д
КАМАЗ-5320 (КАМАЗ-740-8V- 10,65-	25,0	д
МАЗ-5334, -5335 (ЯМЭ-238М2-5-8У-	23,0	д
МАЗ-53366 (ЯМЭ-238М2-8У-14,86-240-	25,5	д
МАЗ-6303 (ЯМЗ-238Д-8У- 14,86-300-	16,0	д
МАЗ-7310 (Д- 12А-375Б- 12V-38,8-375-	98,0	д
УАЗ-3303 (УМЗ 4178.10-4L-2,445-90-	16,5	Б
Урал-4320 (ЯМЗ-236НЕ2-6У-11,15-230-	32	д

Таким образом, для грузовых автомобилей нормируемый расход топлива можно рассчитать по формуле

$$Q_H = 0,01 \cdot (H \cdot l + H_w \cdot W) (1 + 0,01 D),$$

для автопоездов

$$Q_H = 0,01 \cdot (H_{ап} l + 0,01 H_w \cdot W) (1 + 0,01 D).$$

Для седельных тягачей нормируемое значение расхода топлива рассчитывается аналогично грузовым бортовым автомобилям с прицепами и полуприцепами. Базовая норма расхода топлива для тягачей представлена в табл. 3.6.

Таблица 3.6 – Базовая норма расхода топлива для тягачей

Модель, марка, модификация тягача	Базовая норма, л/100 км	Топливо
БелАЗ-6411 (Д- 12А-375Б- 12V-38,8-375-3А)	95,0	д
ЗИЛ-441510 (ЗИЛ- 130-8V-6,0- 150-5М)	31,0	Б
ЗИЛ-541730 (ЯМЗ-236БЕ-7-6У-И,15-250-8М)	17,6	д
КАМАЗ-5410 (КАМАЗ-740.10-8V-10,85-210- 10М)	25,0	д
КрАЗ-6444 (ЯМЭ-238М2-8У-14,86-240-5М)	37,0	д
МАЗ-5433 (ЯМЗ-6563.10-6V-11,15-230-5М)	23,0	д
МАЗ-6422 (ЯМЗ-7511.10-8У-14,86-400-9М)	35,0	д
МАЗ-7310 (Д- 12А-375Б- 12V-38,8-375-3А)	98,0	д

Пример 3.1

Одиночный бортовой автомобиль Урал-4320 при пробеге 237 км выполнил транспортную работу в размере 840 т-км в условиях эксплуатации, не требующих применения надбавок или снижений.

Исходные данные:

- базовая норма расхода топлива на пробег для бортового автомобиля Урал-4320 составляет $H = 32$ л/100 т-км;
- норма расхода бензина на перевозку полезного груза будет равна $H_{ц} = 2$ л/100 т-км.

Тогда нормируемый расход топлива:

$$Q_H = 0,01 (H + H_w W) = 0,01(32 \cdot 237 + 2 \cdot 840) = 92,6 \text{ л.}$$

Пример 3.2

Бортовой автомобиль КАМАЗ-5320 с прицепом ГКБ-8350 выполнил 6100 т-км транспортной работы в условиях зимнего време-

ни по горным дорогам на высоте 800... 2000 м и совершил общий пробег 501 км.

Исходные данные:

- базовая норма расхода топлива на пробег для бортового автомобиля КАМАЗ-5320 составляет $H = 25$ л/100 км;
- норма расхода топлива на перевозку полезного груза $H_w = 1,3$ л/100 т км;
- норма расхода топлива на дополнительную массу прицепа $H_d = 1,3$ л/т км ($H_w = H_d$);
- надбавка за работу в зимнее время составляет $D = 8$ %, за работу в горных условиях на высоте от 800 до 2 000 м над уровнем моря $D = 10$ %;
- масса снаряженного прицепа $G_{\text{п}} = 3,5$ т.

Норма расхода топлива на пробег автопоезда в составе автомобиля КАМАЗ-5320 с прицепом ГКБ-8350 составит

$$H_{\text{ан}} = H + H_d G_{\text{п}} = 25 + 1,3 + 1,3 \cdot 3,5 = 29,55 \text{ л/100 км.}$$

Тогда нормируемый расход топлива

$$Q_H = 0,01(H_{\text{ан}} + H_w W)(1 + 0,01D) = \\ = 0,01(29,55 \cdot 501 + 1,3 \cdot 6100)(1 + 0,01 \cdot 18) = 268,3 \text{ л.}$$

Пример 3.2

Седелный автомобиль-тягач МАЗ-5429 с полуприцепом МАЗ-5205А выполнил 10112 т-км транспортной работы при пробеге 612 км.

Исходные данные:

базовая норма расхода топлива на пробег для тягача МАЗ-5429 составляет $H = 23$ л/100 км;

норма расхода топлива на перевозку полезного груза составляет $H_{ц}/ = 1,3$ л/100 т км;

масса данного снаряженного полуприцепа $G_{,,} = 5,7$ т;

надбавка за работу в зимнее время $D = 6\%$, снижение в связи с передвижением автопоезда по загородной дороге с усовершенствованным покрытием $D = 15\%$.

Норма расхода топлива на пробег автопоезда в составе седельного тягача с полуприцепом без груза составляет

$$H_{ап} = H + H_{д}G_{п} = 23 + 1,3 \cdot 5,7 = 30,41 \text{ л/100 км.}$$

Тогда нормируемый расход топлива будет равен

$$a = 0,01(H_{ап}l + H_w W) = 0,01(30,41 \cdot 612 + 1,3 \cdot 10112)(1 - 0,01 \cdot 9) = 289 \text{ л.}$$

Задание 2. Изучить методику нормирования расхода топлива для автомобилей-самосвалов

Для автомобилей-самосвалов нормируемое значение расхода топлива рассчитывается по следующему соотношению:

$$Q_H = 0,01 H_l(1 + 0,01D) + H_z z,$$

где H — транспортная норма расхода топлива с учетом транспортной работы с нормируемой загрузкой самосвала (коэффициент 0,5);

H_z — дополнительная норма расхода топлива на каждую езду с грузом автомобиля-самосвала, самосвального автопоезда, л;

z — количество ездов с грузом за смену.

Дополнительную норму H_T на каждую езду с грузом при маневрировании в местах погрузки и разгрузки принимают:

- ♦ до 0,25 л жидкого топлива (до 0,66 л СНГ, до 0,25 м³ КПГ) на единицу самосвального подвижного состава;
- ♦ до 0,2 м³ природного газа и 0,1 л дизельного топлива ориентировочно при газодизельном питании двигателя.

Для большегрузных автомобилей-самосвалов типа БелАЗ дополнительная норма расхода дизельного топлива на каждую езду с грузом устанавливается в размере до 1 л.

В случаях работы автомобилей-самосвалов с коэффициентом полезной загрузки выше 0,5 допускается нормировать расход топлива так же, как и для бортовых автомобилей.

Для самосвальных автопоездов нормируемый расход топлива

$$Q_H = 0,01H_{c.ап}/(1 + 0,01D) + H_Z Z,$$

где $H_{c.ап}$ — норма расхода топлива самосвального автопоезда, л/100 км:

$$H_{c.ап} = H + H_w(G_n + 0,5 q),$$

где G_n — собственная масса самосвального прицепа, полуприцепа, т;

q — грузоподъемность прицепа, полуприцепа (0,5 — с коэффициентом загрузки 0,5), т.

При работе автомобилей-самосвалов с самосвальными прицепами, полуприцепами (если для автомобилей рассчитывается базовая норма как для седельного тягача) норма расхода топлива увеличивается на каждую тонну собственной массы прицепа, по-

луприцепа и половину его номинальной грузоподъемности (коэффициент загрузки 0,5): бензина — до 2 л; дизельного топлива — до 1.2 л; сжиженного газа — до 2,64 л; природного газа — до 2 м³.

Базовые нормы расхода топлива для самосвалов представлены в табл. 3.7.

Таблица 3.7 – Базовые нормы расхода топлива для самосвалов

Марка, модель, модификация самосвала	Базовая норма, л/100 км	Топливо
БелАЗ-7527 (ЯМЗ-240НМ2-12У-22,Э- 500-5+2А)	160,0	д
ГАЗ-САЗ-4509 (213-542-6L-6.235-138- 4М)	17,0	д
ЗИЛ-ММЗ-45023 (ЗИЛ-5085.10-8V-6,0- 150-5М)	50,0	СНГ
ЗИЛ-ММЗ-45054 (ЗИЛ-5085.10-8V-6,0- 150-5М)	37,5	КПГ
КАМАЗ-5511 (КАМАЗ-740.8-8V-10,85- 195-ЮМ)	34,0	д
КАМАЗ-55111 (ЯМЗ-238М-8У-14,86- 240-ЮМ)	37,0	д
КАМАЗ-55118 (КАМАЗ-740.9-8V-10,85- 210-10М)	31Д + 9,0 м ³ КПГ 35,0	КПГ + Д д
КрАЗ-256, КрАЗ-6510 (ЯМЭ-238М2-8У- 14,86-240-5М)	48,0	д
МАЗ-510, МАЗ-5549, -5551 (ЯМЭ-236- 6V-11,15-180-5М)	28,0	д
МАЗ-5516 (Я МЗ-238Д-8У- 14,86-330-8М)	42,0	д
Урал-55571 (ЯМЗ-236-6У-11,15- 180-5М)	34,5	д

Пример 3.3

Автомобиль-самосвал КрАЗ-6510 совершил пробег 180 км, выполнив при этом $z = 12$ ездов с грузом. Работа осуществлялась в зимнее время в карьере.

Исходные данные:

- базовая норма расхода топлива для автомобиля-самосвала КрАЗ-6510 составляет $H = 48$ л/100 км;
- норма расхода топлива для самосвалов на каждую езду будет равна $H_{г} = 0,25$ л;
- надбавки за работу в зимнее время $D = 6$ %, за работу в карьере $D = 12$ %.

Тогда нормируемый расход топлива

$$Q_{н} = 0,01H(1 + 0,01D) + HzZ = 0,01 \cdot 48 \cdot 180(1 + 0,01 \cdot 18) + 0,25 \cdot 12 = 105 \text{ л.}$$

Пример 3.4

Автомобиль-самосвал КАМАЗ-5511 с самосвальным прицепом ГКБ-8527 перевез на расстояние 123 км 12 т гравия, а в обратную сторону перевез на расстояние 70 км 16 т песка. Общий пробег составил 230 км.

Учитывая, что автомобиль-самосвал работал с коэффициентом полезной работы более чем 0,5, нормируемый расход топлива определяется так же, как для бортового автомобиля КАМАЗ-5320 (базового для самосвала КАМАЗ-5511) с учетом разницы собственной массы этих автомобилей. Таким образом, в этом случае норма расхода топлива для автомобиля КАМАЗ-5511 включает в себя 25

л/100 км (норма расхода топлива для порожнего автомобиля КАМАЗ-5320) плюс 2,7 л/100 км (учитывающих разницу собственных масс порожнего бортового автомобиля и самосвала в размере 2,08 т), что составляет 27,7 л/100 км.

Исходные данные:

- базовая норма расхода топлива на пробег для автомобиля в снаряженном состоянии КАМАЗ-5511 составляет $H = 27,7$ л/100 км;
- норма расхода топлива на перевозку полезного груза будет равна $H_w = 1,3$ л/100 т-км;
- работа проводилась в условиях, не требующих применения коэффициента надбавки или снижения норматива расхода топлива;
- масса снаряженного самосвального прицепа ГКБ-8527 $G_{\Pi} = 4,5$ т.

Норма расхода топлива на пробег автопоезда в составе автомобиля КАМАЗ-5511 с прицепом ГКБ-8527 составляет

$$H_{\text{ап}} = H + H_w G_{\Pi} = 27,7 + 1,3 \cdot 4,5 = 33,6 \text{ л/100 км.}$$

Тогда нормируемый расход топлива

$$Q_H = 0,01 [H_{\text{ап}} (l' + l'') + H_w (l' G' + l'' G'')] = 0,01 [33,6 \cdot 230 + 1,3 (123 \cdot 13 + 70 \cdot 16)] = 112,6 \text{ л,}$$

где l', l'' — пробег с грузом в прямом и обратном направлении соответственно, км;

G', G'' — масса транспортируемого груза в прямом и обратном направлении соответственно, т.

Задание 3 Изучение методики нормирования расхода топлива для автомобилей-фургонов

Для автомобилей-фургонов нормируемое значение расхода топлива определяется аналогично бортовым грузовым автомобилям. Для фургонов, работающих без учета массы перевозимого груза, нормируемое значение расхода топлива определяется с учетом повышающего поправочного коэффициента — до 10 % к базовой норме.

Базовые нормы расхода топлива для автомобилей-фургонов представлены в табл. 3.8.

Таблица 3.8 – Базовые нормы расхода топлива для фургонов

Марка, модель, модификация фургона и двигателя	Базовая норма, л/100 км	Топливо
ГЗСА-37021 (ЗМЗ-4025.10-4L-2,446-90-5М)	34,0	СНГ
ЗИЛ-474110 (ЗИЛ-508.10-8V-6,0-150-5М)	34,2	Б
ЗИЛ-474110 (Д-245.12-4L-4,75- 109-5М)	17,7	д
ГАЗ-33022 (ЗМЗ-4025.10-4L-2,446-90-5М)	16,5	Б

Задание 4

Изучение методики нормирования расхода топлива для специального и специализированного подвижного состава на шасси автомобилей

Специальные и специализированные автомобили с установленным на них оборудованием подразделяются на две группы:

- автомобили, выполняющие работы в период стоянки (пожарные, автокраны, автоцистерны, компрессорные, бурильные установки и т. п.);

- автомобили, выполняющие ремонтные, строительные, уборочные и другие работы в процессе передвижения (бетоносмесители, кабелеукладчики, автопогрузчики и др.).

Нормируемый расход топлива для специализированных автомобилей, выполняющих основную работу в период стоянки, определяется следующим соотношением:

$$Q_H = (0,01H_{ic}l + H_m T)(1 + 0,01D),$$

где H_{ic} — индивидуальная норма расхода топлива на пробег специального автомобиля, л/100 км.

В случаях, когда специализированный автомобиль предназначен также для перевозки груза, индивидуальная норма рассчитывается с учетом выполненной транспортной работы:

$$H_{cw} = H_c + H_w W,$$

где H_w — норма расхода топлива на транспортную работу, л/100 ткм;

W — объем транспортной работы, ткм;

l — пробег специализированного автомобиля к месту работы и обратно, км;

H_m — норма расхода топлива на работу спецоборудования, л/ч или л на выполняемую операцию (заполнение цистерны и т. п.);

T — время работы оборудования, ч, или количество выполненных операций;

D — суммарная относительная надбавка или снижение к норме (при работе оборудования применяются только надбавки на работу в зимнее время и в горных местностях).

Нормативный расход топлива для специализированных автомобилей, выполняющих основную работу в процессе передвижения, определяется следующим образом:

$$Q_H = 0,01 (H_c I' + H_c'' I'')(1 + 0,01D),$$

где I' — пробег специального автомобиля к месту работы и обратно, км;

H'' — норма расхода топлива на пробег при выполнении специальной работы во время передвижения, л/100 км;

пробег автомобиля при выполнении специальной работы при передвижении, км.

Для автомобилей, на которых установлено специальное оборудование, нормы расхода топлива на пробег (на передвижение) устанавливаются исходя из норм расхода топлива, разработанных для базовых моделей автомобилей с учетом изменения массы специализированных автомобилей.

Нормы расхода топлива для специализированных автомобилей, выполняющих работы жилищно-коммунального хозяйства, определяются по нормам управления жилищно-коммунальной сферы.

Нормы расхода топлива для специальных и специализированных автомобилей представлены в табл. 3.9 — 3.14.

Таблица 3.9 – Нормы расхода топлива для специальных и специализированных автомобилей

Модель специального или специализированного автомобиля	Базовая модель автомобиля	Норма расхода на пробег автомобиля, л/100 км	Норма расхода на работу оборудования, л/ч
Автовышки телескопические			
АП-17	ГАЗ-53А	32,0	3,5
Компрессоры			
АП КС-6	ЗИЛ-130	33,0	9,0
Краны автомобильные			
АК-75	ЗИЛ-130, ЗИЛ-431412	40,0	6,0
КС-53628	МАЗ-5334	33,0	6,0
Лебедки на шасси			
—	ЗИЛ-131	—	5,0
—	Урал-4320	—	3,0
Мастерские на автомобилях			
АТ-63	ГАЗ-53А	26,0	3,5
ЛВ-8А	ЗИЛ-01	52,0	4,0
Погрузчики			
4001	—	38,0	5
4008М (двигатель ЗИЛ-130)	—	54,5	6,0

Таблица 3.10 – Нормы расхода топлива автомобилями-цистернами

Модель автомобиля- цистерны	Базовая модель автомобиля	Норма расхода жидкого топлива		
		л/100 км	при работе дви- гателя со спе- циальными аг- регатами, л/мин	при работе двига- теля в стационар- ном режиме без нагрузки, л/мин
АЦ-40 мод. 63 Б	ЗИЛ- 431412	41,5	0,330	0,150
АЦ7-40/4	КАМАЗ- 5320	39,0	0,250	0,150

Таблица 3.11 – Нормы расхода топлива автомобилями- контейне-
ровозами

Модель контейнеровоза	Базовая модель автомобиля	Норма расхода на 1 ч работы	
		л/ч	при погрузке и разгрузке комплекта контейнеров, л
4030П	ГАЗ-5ЭА	28,0	3,0
4030П	ЗИЛ-130АН	34,0	3,0
ЦПКТБ-А53213	КАМАЗ-53213	27,0	3,0

Таблица 3.12 – Нормы расхода топлива автомобилями- топливоза-
правщиками и автомобилями-маслозаправщиками

Модель топливо- ил и маслозаправщика	Базовая модель	Норма на 1 час работы	
		л/100 км	по заполнению и сли- ву одной цистерны, л
АТЗ-3,8-130	ЗИЛ-130	33,0	3,0
ТЗ-7,5-500А	МАЗ-500А	26,0	3,0

Таблица 3.13 – Нормы расхода топлива автомобилями- цементовозами и автомобилями-бетоносмесителями

Модель цементовоза или бетоносмесителя	Базовая модель	Норма расхода на 1 ч работы	
		л/100 км	по загрузке и обдуву одной цистерны, л
АБС-7 (КАМАЗ-740)	КАМАЗ-53229	29,4	*
СБ-113	ЗИЛ-130	33,0	3,0
СБ-239 (КАМАЗ-7403.10.260)	КАМАЗ-6540	33,7	*
ТЦ-4 (С-927)	ЗИЛ-130В1	37,5	3,0
ТЦ-6 (С-972)	МАЗ-504А	29,0	4,5
ТЦ-11	КАМАЗ-5410	31,5	3,0

Содержание отчета

Отчет по работе должен отражать наиболее важные положения по методике определения норм расхода топлива с обязательным включением следующих сведений:

- название и цель работы;
- описание методики определения норм расхода топлива;
- исходные данные индивидуального задания и результаты расчетов норм расхода топлива;
- выводы по работе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите виды норм расхода топлива.
2. Приведите формулу нормы расхода топлива для легкового автомобиля.

3. Приведите формулу нормы расхода топлива для грузового бортового автомобиля.
4. Приведите формулу нормы расхода топлива для автомобиля-самосвала.
5. Приведите формулу нормы расхода топлива для специального автомобиля.
6. Перечислите виды надбавок к нормам расхода топлива.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Денисов А. С. Практикум по технической эксплуатации автомобилей: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / А. С. Денисов, А. С. Гребенников. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 272 с.
2. Кузнецов Е.С. и др. Техническая эксплуатация автомобилей. – М.: Наука, 2001. – 535 с.
3. Стуканов, В.А. Надежность и техническая диагностика автотранспортных средств / В.А. Стуканов. – М.: Форум, 2013. – 240 с.
4. Круглик, В.М. Технология обслуживания и эксплуатации автотранспорта: Учебное пособие / В.М. Круглик, Н.Г. Сычев. – М.: НИЦ Инфра-М, Нов.знание, 2013. – 260 с.
5. Газарян, А.А. Техническое обслуживание автомобилей [Текст] / А.А. Газарян. – М.: Транспорт, 1989. – 255 с.
6. Чумаченко, Ю.Т. Автослесарь: устройство, техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебное пособие / Ю.Т. Чумаченко, А.И. Герасименко, Б.Б. Рассанов; Под ред. А.С. Трофименко. – Рн/Д: Феникс, 2013. – 539 с.
7. Туревский, И.С. Книга 1: Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей. Техническое обслуживание автомобилей: Учебное пособие / И.С. Туревский. – М.: Форум, 2008. – 416 с.
8. Петросов, В.В. Ремонт автомобилей и двигателей: Учебник / В.В. Петросов. – М.: Academia, 2016. – 32 с.
8. Власов, В.М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебник / В.М. Власов. – М.: Academia, 2019. – 672 с.

9. Виноградов, В.М. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Основные и вспомогательные технологические процессы: Лабораторный практикум: Учебное пособие / В.М. Виноградов. – М.: Academia, 2018. – 463 с.
10. Аринин И. Н. Техническая эксплуатация автомобилей / И. Н. Аринин, С. И. Коновалов, Ю. В. Баженов. — Ростов н/Д : Феникс, 2007. — 314 с.
11. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1986. – 73 с.
12. Диагностика технического состояния автомобиля: практикум контролера технического состояния автотранспортных средств /А.В. Бориллов, Б.В.Дерунов, Г. В.Ткачева. — Ростов н/Д. : Феникс, 2007. - 205 с.