

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

**ПРАКТИКУМ
ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВТОМОБИЛЕЙ**

Учебное пособие

*Рекомендовано научно-методическим советом по технологиям,
средствам механизации и энергетическому оборудованию
в сельском хозяйстве Федерального УМО по сельскому, лесному
и рыбному хозяйству в качестве учебного пособия для студентов
высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки
350306, 350406 – Агроинженерия «бакалавр» и «магистр»*

Новосибирск 2018

УДК 629.33.083.4 (076.5)

ББК 39.33–082, я7

Т 382

Кафедра эксплуатации машинно-тракторного парка

Авторы: *А. А. Долгушин*, канд. техн. наук, доц.
Ю. Н. Блынский, д-р техн. наук, проф.
Д. М. Воронин, д-р техн. наук, проф.
Н. М. Иванов, д-р техн. наук, проф.
А. В. Пискарев, канд. техн. наук, проф.
С. А. Голубь, канд. техн. наук, доц.
А. Ф. Курносов, канд. техн. наук, доц.
В. В. Тихоновский, канд. техн. наук, доц.
С. П. Федоров, канд. техн. наук, доц.

Рецензенты: *А. П. Картошкин*, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой автомобилей, тракторы и технический сервис Санкт-Петербургского государственного аграрного университета
Н. И. Селиванов, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой тракторы и автомобили Красноярского государственного аграрного университета
Г. С. Юр, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой судовых двигателей внутреннего сгорания Сибирского государственного университета водного транспорта

Практикум по технической эксплуатации автомобилей: учеб. пособие для студ. учреждений высш. образования /А.А. Долгушин, Ю.Н. Блынский, Д.М. Воронин [и др.]; под. ред. А. А. Долгушина; Новосиб. гос. аграр. ун-т, Инженер. ин-т. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2018. – 424 с.

В пособии приведены лабораторные и практические работы по основным разделам курса «Техническая эксплуатация автомобилей». Основное внимание уделено вопросам теоретических основ технической эксплуатации автомобилей, организации и технологии технического обслуживания и экономии ресурсов при эксплуатации автомобилей. Учебное пособие содержит методические рекомендации по выполнению курсовой работы по технологическим процессам технического обслуживания автомобилей и методические рекомендации по подготовке и защите выпускной квалификационной работы.

Предназначено для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по направлениям подготовки «Агроинженерия», «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и «Технология транспортных процессов» уровней подготовки бакалавриат и магистратура.

Утверждено и рекомендовано к изданию учебно-методическим советом Инженерного института (протокол № 7 от 28. 02. 2017 г.).

© Новосибирский государственный
аграрный университет, 2018

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития российской экономики автомобильный транспорт, как и в большинстве развитых стран, играет важнейшую роль в обеспечении экономического роста и социального развития государства. За последние годы автомобильный транспорт страны выполняет около 60% перевозок грузов и около 55% перевозок пассажиров, а с учетом личных легковых автомобилей – не менее 65% пассажиров с тенденцией дальнейшего увеличения этих показателей. Перевозки грузов и пассажиров осуществляют около 450 тыс. предприятий и организаций различных отраслей экономики и индивидуальных предпринимателей. Парк автотранспортных средств для перевозок грузов достиг 5 млн ед., в том числе в организациях отраслей экономики – 2,7 млн ед. и в индивидуальной собственности граждан – 2,3 млн единиц.

Обновление марочного состава автомобильного транспорта на предприятиях различных форм собственности предъявляет высокие требования к его надежности и уровню технической готовности к выполнению транспортного процесса.

Значительную роль в повышении эффективности использования подвижного состава играет его высококачественное и своевременное техническое обслуживание с применением новейших методов и средств диагностирования.

Проведение технического обслуживания и регулировок современных машин требует высокой квалификации исполнителей, необходимого уровня механизации и организации работ. В связи с этим выпускники направлений подготовки, связанных с технической эксплуатацией автомобилей, должны не только хорошо знать теоретические основы технической эксплуатации автомобилей, но и получить навыки по организации и проведению операций их технического обслуживания и диагностирования.

Пособие включает в себя основные положения планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта автомобилей, методику расчета технического обслуживания парка автомобилей, методику выполнения курсовой работы, методические рекомендации по подготовке и проведению лабораторных работ. Большое внимание уделено контролю работоспо-

способности и диагностированию основных узлов, систем и агрегатов автомобилей с применением современных и перспективных средств технического обслуживания, электронных приборов и автоматизированных мотор-тестеров. В заключительном разделе учебного пособия приведена общая информация о тематике выпускных работ, краткое содержание выпускной работы и порядок представления к защите.

В настоящем пособии обобщен многолетний опыт преподавания основных разделов технической эксплуатации автомобилей на кафедре эксплуатации машинно-тракторного парка Новосибирского государственного аграрного университета.

1. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКИМ ОСНОВАМ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Методика сбора, обработки и анализа статистических данных по надежности автомобилей

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) [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.

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,

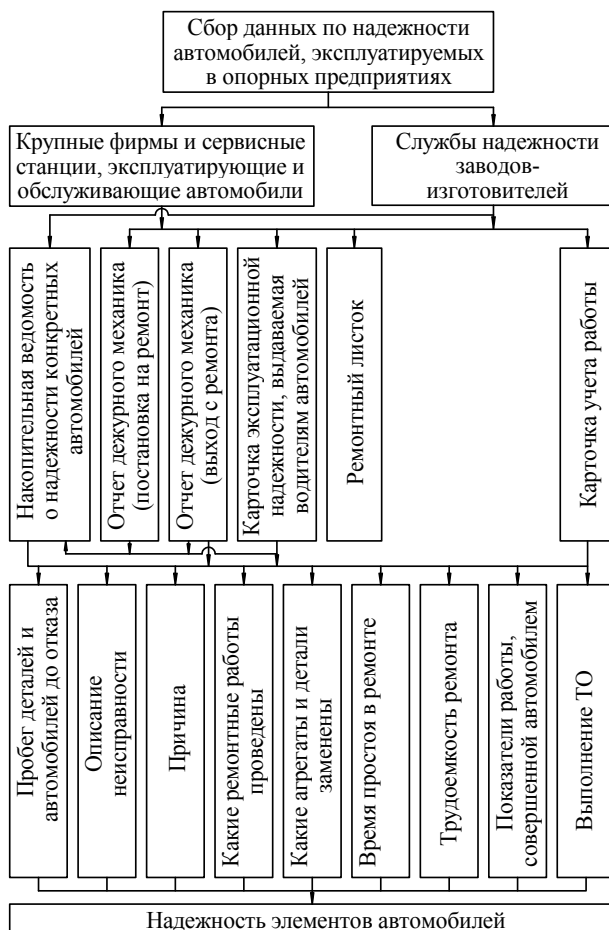


Рис. 1.1. Схема сбора данных и анализа надежности автомобилей, эксплуатируемых в опорных предприятиях

причине неисправности отказа, которые отмечаются вместе со временем заезда в карточке отчета 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 и зоны ремонта заполняется карточка отчета 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 [1].

Автомобили подконтрольных партий должны испытываться при нагрузке, близкой к значениям полезной эксплуатационной и полной массы, 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 среднееквадратическое 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 [2, 3]:

– средняя наработка на отказ – характеризует среднюю величину генеральной выборки, т.е. среднее значение показателей всех объектов, относительно которых делается вывод при изучении наработки на отказ, и определяется по формуле:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (1.1)$$

где n – количество интервалов наработки;

x_i – i -й интервал наработки;

– среднеквадратическое отклонение наработки на отказ – характеризует рассеивание значений случайной величины относительно ее математического ожидания (среднего значения случайной величины):

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}; \quad (1.2)$$

– коэффициент вариации наработки на отказ – мера относительного разброса случайной величины; показывает, какую долю среднего значения этой величины составляет ее средний разброс:

$$V_l = \frac{\sigma_x}{\bar{x}}; \quad (1.3)$$

– параметр потока отказов – характеризует среднее количество отказов ремонтируемого устройства на единицу величины пробега (отказов/тыс. км):

$$\sigma = \frac{1}{\bar{x}}. \quad (1.4)$$

Для оценки долговечности изделий используют следующие показатели:

– средний ресурс:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}; \quad (1.5)$$

– среднеквадратическое отклонение ресурсами

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n-1}}; \quad (1.6)$$

– коэффициент вариации ресурса:

$$V_R = \frac{\sigma_R}{\bar{R}}. \quad (1.7)$$

Задание 1. Определить показатели безотказности агрегата.

По представленному вариационному ряду наработки на отказ (табл. 1.1) системы питания двигателя ЯМЗ-5362 найти показатели безотказности агрегата автомобиля.

Таблица 1.1

Вариационный ряд наработки на отказ

Номер автомобиля	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Наработка на отказ, тыс. км	24	37	28	38	26	26	25	39	46	15	39	29	47
Номер автомобиля	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	–
Наработка на отказ, тыс. км	23	31	31	21	22	7	16	27	30	21	37	57	–

Пример. С помощью программного обеспечения Microsoft Office Excel определяют показатели безотказности: $\bar{x} = 30$ тыс. км; $\sigma_l = 11$ тыс. км; $V_l = 0,37$; $\sigma = 0,03$ отказов/тыс. км.

Пользуясь функцией «Частота», строят график распределения наработки на отказ в координатах «наработка (тыс. км) – частота (%)», как показано на рис. 1.2.

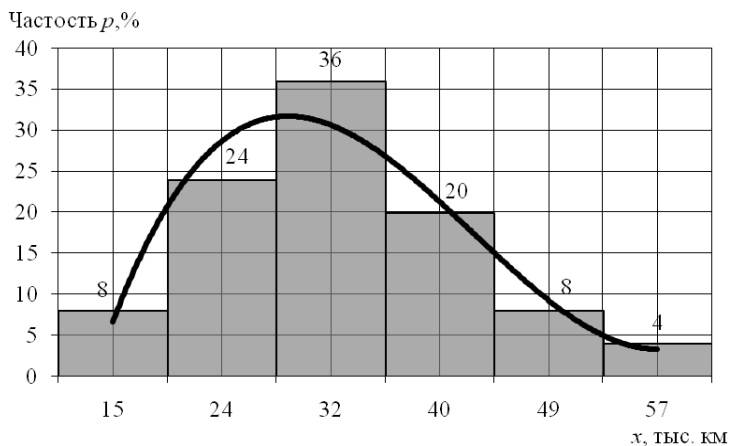


Рис. 1.2. Распределение наработки на отказ системы питания двигателя ЯМЗ-5362

Задание 2. Определить показатели долговечности двигателя ЯМЗ-5362.

По представленному вариационному ряду ресурсов двигателей (табл. 1.2) находят показатели долговечности агрегата автомобиля.

Таблица 1.2

Вариационный ряд ресурса

Номер автомобиля	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Наработка на отказ, тыс. км	38	55	82	120	135	142	148	155	168	177	185	193	205
Номер автомобиля	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	–
Наработка на отказ, тыс. км	215	225	252	265	283	310	328	235	352	361	195	272	–

Пример. С помощью программного обеспечения Microsoft Office Excel определяют показатели долговечности: $\bar{R} = 199$ тыс. км; $\sigma_R = 69$ тыс. км; $V_R = 0,35$.

Для нахождения гамма-ресурса R_g задают значение $\sigma = 0,8$ (80%). С помощью функции «Частота» строят графики распределения ресурса (рис. 1.3) и вероятности распределения ресурса в координатах «наработка (тыс. км) – частость (%)», как показано на рис. 1.4).

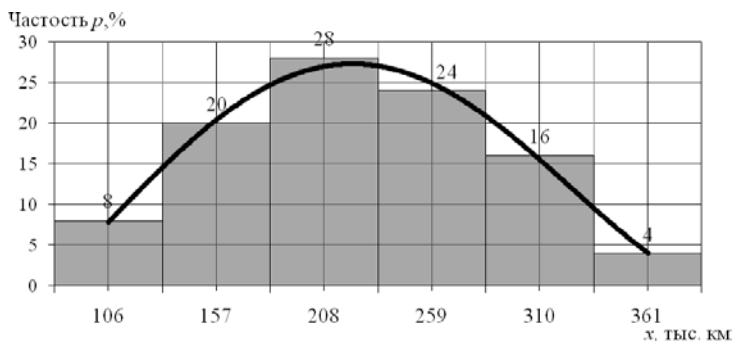


Рис. 1.3. Распределение ресурса двигателей ЯМЗ-5362

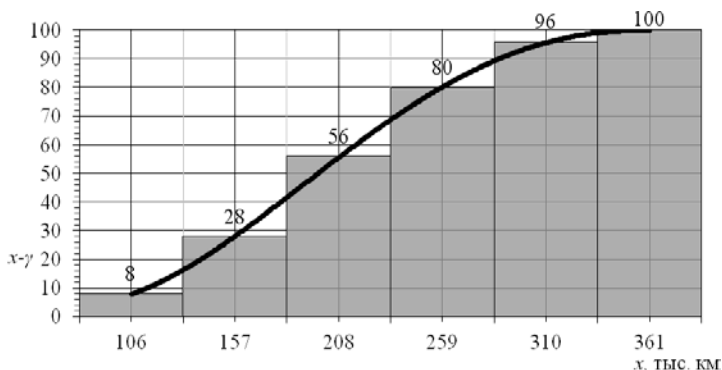


Рис. 1.4. Изменение вероятности выхода в ремонт двигателей ЯМЗ-5362 по наработке

Содержание отчета. Отчет 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, методику и результаты расчетов показателей надежности;
- графики распределения наработки на отказ, ресурса и накопленной частоты;
- выводы.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные показатели надежности.
2. Перечислите параметры безотказности и приведите расчетные формулы для их вычисления.
3. Поясните методику исследований оценки надежности агрегатов и систем автомобилей.
4. Назовите параметры, определяющие долговечность агрегата, и приведите расчетные формулы для их вычисления.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Определение периодичности ТО 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 $\bar{x}$, среднеквадратическое отклонение наработки на отказ σ_x , коэффициент вариации V_x .

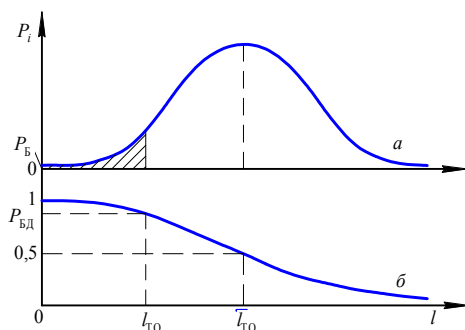


Рис.1.5. Распределение наработки на отказ x (а)
и вероятность безотказной работы $P_б$ (б)

Вероятность отказа в k -м интервале определяется как накопленная частота отказов (заштрихованная площадь на рис. 1.5) [1]:

$$P_{ок} = \sum_{i=1}^k p_x, \quad (1.8)$$

вероятность безотказной работы [1]:

$$P_б = 1 - P_0 = 1 - \sum_{i=1}^k p_x. \quad (1.9)$$

При этом методе задается допустимый уровень вероятности безотказной работы $P_{бД}$ или вероятности отказа $P_{оД}$, называемые риском. Обычно для агрегатов и механизмов автомобиля, обеспечивающих безопасность движения, $P_{бД} = 0,9...0,98$, для прочих

узлов и агрегатов $P_{\text{БД}} = 0,85 \dots 0,9$. Эти значения обусловлены, как правило, величиной коэффициента опасности отказа k_0 [1]:

$$k_0 = \frac{C}{C_{\text{П}}}, \quad (1.10)$$

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

$C_{\text{П}}$ – разовые затраты на предупреждение отказа.

Определенная таким образом периодичность ТО $x_{\text{ТО}}$ (см. рис. 1.5) значительно меньше средней наработки на отказ и связана с ней через коэффициент рациональной периодичности β [1]:

$$x_{\text{ТО}} = \beta \bar{x}. \quad (1.11)$$

Коэффициент вариации учитывает и принятую допустимую вероятность безотказной работы $P_{\text{БД}}$ (рис. 1.6).

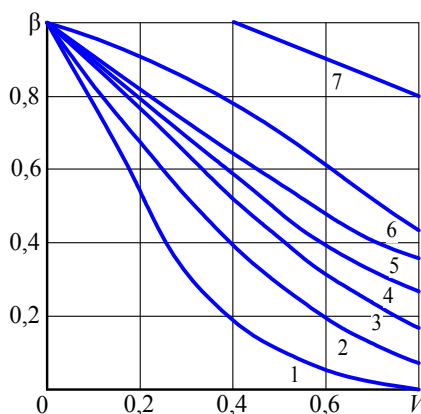


Рис. 1.6. Влияние коэффициента вариации V и допустимого уровня вероятности безотказной работы $P_{\text{БД}}$ на коэффициент рациональной периодичности β :

- 1) $P_{\text{БД}} = 0,99$; 2) $P_{\text{БД}} = 0,95$; 3) $P_{\text{БД}} = 0,90$; 4) $P_{\text{БД}} = 0,85$;
- 5) $P_{\text{БД}} = 0,80$;
- 6) $P_{\text{БД}} = 0,70$; 7) $P_{\text{БД}} = 0,50$

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 $\beta = 0,4 \dots 0,5$.

Задание 1. Определить периодичность ТО по изменению вероятности безотказной работы.

По представленному вариационному ряду значений наработки на отказ (табл. 1.3) системы питания двигателя ЯМЗ-5362 найти показатели безотказности агрегата автомобиля.

Таблица 1.3

Вариационный ряд наработки на отказ

Номер автомобиля	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Наработка на отказ, тыс. км	22	35	26	36	24	24	23	37	43	15	37	27	44
Номер автомобиля	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	–
Наработка на отказ, тыс. км	22	28	28	20	21	6	16	25	28	20	35	53	–

Пример. С помощью программного обеспечения Microsoft Office Excel определяют параметры распределения: $\bar{x} = 28$ тыс. км; $\sigma_l = 10$ тыс. км; $V_x = 0,36$.

Пользуясь функцией «Частота», строят график распределения наработки на отказ в координатах «наработка (тыс. км) – частота (%)», как показано на рис. 1.7, и изменение вероятности

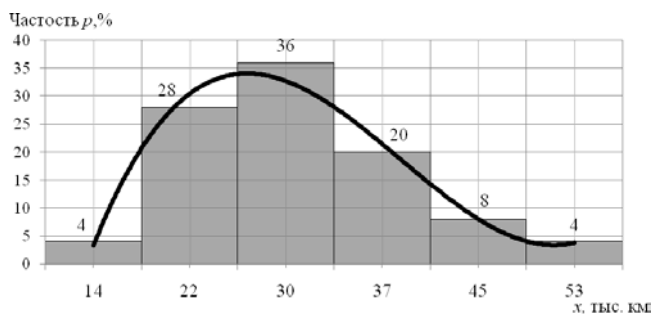


Рис. 1.7. Распределение наработки на отказ системы питания двигателя ЯМЗ-5362

отказа системы питания двигателя ЯМЗ-5362 по наработке x (рис. 1.8). По заданному значению $P_{\text{БД}}$ определяют величину $x - P_{\text{БД}}$ и по графику расчетной вероятности находят $x_{\text{ТО}} \approx 19$ тыс. км (см. рис. 1.8).

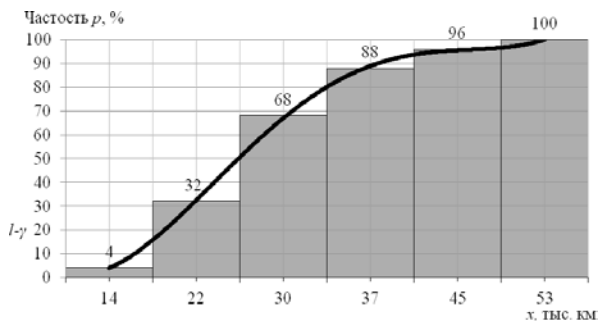


Рис. 1.8. Изменение вероятности отказа ($x - P_{\text{БД}}$) системы питания двигателя ЯМЗ-5362 по наработке x

Задание 2. Определить периодичность ТО по коэффициенту рациональной периодичности.

Используя предыдущие данные, находят периодичность ТО по формуле (1.11) и данным номограммы рисунка 1.6.

Пример. Средняя наработка на отказ составляет $\bar{x} = 28$ тыс. км, коэффициент вариации $V_x = 0,36$. При заданном уровне $P_{\text{БД}}$ с учетом коэффициента вариации по номограмме (см. рис. 1.6) определяют $\beta = 0,67$, следовательно, $x_{\text{ТО}} = 28 \cdot 0,67 = 18,76$ тыс. км.

Содержание отчета. Отчет 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.

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.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 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 1, 2, 4, 5 на рис. 1.9). В среднем для этой группы тенденция изменения характеризуется кривой 3. По ней и допустимому уровню Y_d диагностического параметра можно определить среднюю наработку x_3 ($\bar{x}$), когда в среднем вся совокупность изделий достигнет допустимого значения (Y_d). Этой средней наработке соответствует средняя интенсивность изменения технического состояния α . При этом изделия, имеющие большую интенсивность изменения технического состояния $\alpha > \bar{\alpha}$ (кривые 1, 2 на рис. 1.9), достигают предельного состояния значительно раньше при наработке x_1, x_2 меньшей, чем $\bar{x} = x_3$. Следовательно, при периодичности $\bar{x}$ для них с вероятностью $F_3 = 0,5$ наступает отказ.

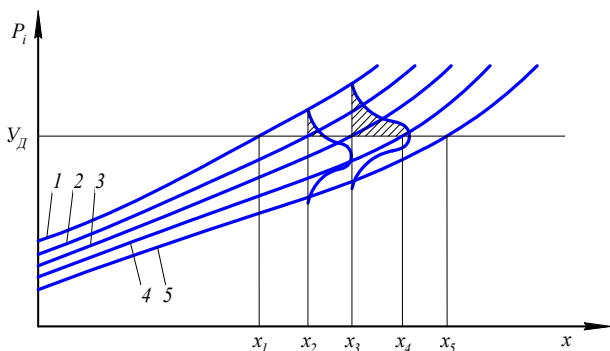


Рис. 1.9. Схема определения периодичности технического обслуживания x_{TO} по изменению и допустимому уровню показателя технического состояния Y_d :
1–5 – варианты зависимостей технического состояния отдельных элементов автомобиля от пробега x

Подобная система является нерациональной, т.к. затраты на устранение отказа значительно превосходят затраты на их предупреждение. Поэтому назначают такую периодичность $x_0 = \bar{x}$, при которой вероятность отказа не будет превышать риска F , например $F = F_2$. Этот случай соответствует большей интенсивности изменения технического состояния, чем средняя, называемая максимально допустимой:

$$\alpha_2 = \mu \bar{\alpha}, \quad (1.12)$$

где μ – коэффициент максимальной интенсивности изменения технического состояния.

При этом должно соблюдаться условие:

$$P_{б.д} \{ \alpha_i \leq \alpha_d \} = 1 - F = P_{б.д}, \quad (1.13)$$

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

$P_{б.д} \{ \alpha_i \leq \alpha_d \}$ – вероятность того, что $\alpha_i \leq \alpha_d$;

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

На коэффициент μ влияют степень риска, вариация V и вид закона распределения случайной величины. Чем больше V или P_d , тем больше μ и меньше оптимальная периодичность ТО (рис. 1.10) [2].

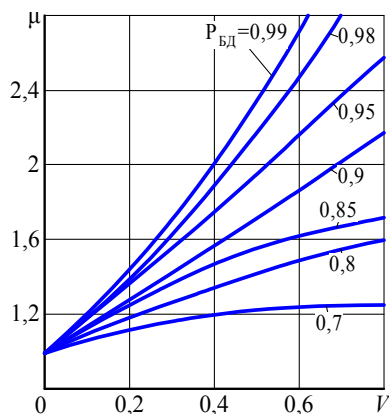


Рис. 1.10. Влияние коэффициента вариации V на коэффициент максимальной интенсивности изменения технического состояния μ

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 $V = 0,5 \dots 0,8$, при которых $\mu = 1,6 \dots 2,1$, т.е. рациональная периодичность ТО будет в 1,6–2,1 раза ниже средней.

Задание. Определить периодичность ТО по изменению диагностического параметра.

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

Таблица 1.4

Зависимость зазора в тормозном механизме $У$ от наработки x

l , тыс. км	1	2	3	4	5
$У$, мм	1,6	2,3	2,6	4	4,5

Пример. Допустимый уровень зазора в тормозном механизме принимают как $У_{д} = 5,8$. 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:

$$y = y_0 e^{bx}, \quad (1.14)$$

где y_0 – значение параметра в начале эксплуатации;
 b – коэффициент интенсификации;
 x – наработка.

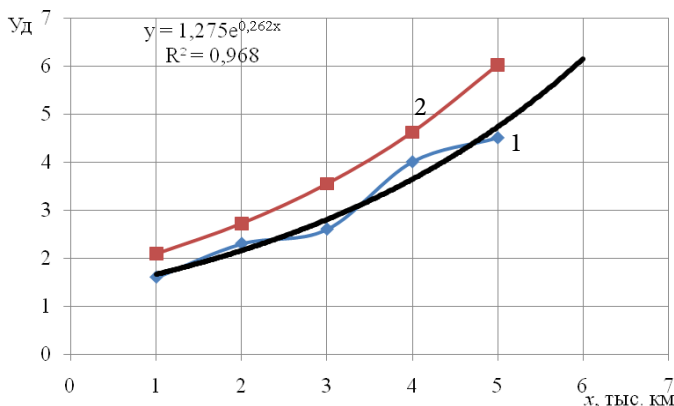


Рис. 1.11. Зависимость диагностического параметра от наработки:

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 y_0 и b уравнения (1.14).

Определяют коэффициент μ с учетом заданных значений $P_{б.д.}$ и V по номограмме (см. рис. 1.10). В данном случае $\mu = 1,33$. С учетом этого на рис. 1.11 построена кривая 2. Учитывая допустимый уровень диагностического параметра $y_d = 5,8$, по кривой 2 определяют периодичность ТО: $x_{ТО} = 4,8$ тыс. км.

Содержание отчета. Отчет 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.

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.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 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) [2–4]. Минимальным удельным затратам соответствует оптимальная периодичность x_0 обслуживания. При этом удельные затраты на ТО составляют:

$$C'_{\text{то}} = \frac{C_{\text{то}}}{x}, \quad (1.15)$$

где x – периодичность ТО;

$C_{\text{то}}$ – разовые затраты на ТО.

При увеличении периодичности ТО разовые затраты ($C_{\text{то}}$) 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) $C_{\text{тр}}$. Поскольку абсолютные затраты на ТР практически пропор-

циональны вероятности отказов $P(x)$, удельные затраты на ТР составляют [2]:

$$C'_{\text{ТР}} = \frac{C_{\text{ТР}} P(x)}{l}. \quad (1.16)$$

Определить минимум суммарных удельных затрат [2]:

$$C'_{\Sigma} = C'_{\text{ТО}} + C'_{\text{ТР}} \quad (1.17)$$

можно графически или аналитически при известных формах зависимостей $C'_{\text{ТО}} = f(x)$ и $C'_{\text{ТР}} = \phi(x)$ (рис. 1.12) [2].

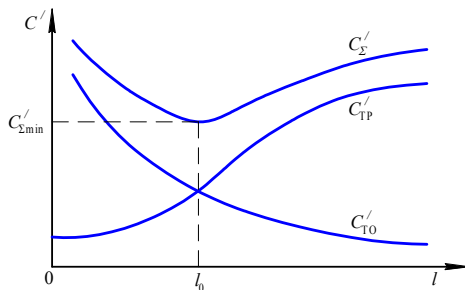


Рис. 1.12. Определение оптимальной периодичности технического обслуживания x_0 по технико-экономическому методу:

$C'_{\text{ТО}}$ – удельные затраты на ТО; $C'_{\text{ТР}}$ – удельные затраты на ТР; C'_{Σ} – суммарные затраты на ТО и ТР; $C'_{\Sigma \min}$ – минимум суммарных затрат на ТО и ТР

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.

Задание. Определить периодичность ТО по технико-экономическому методу.

По известным данным стоимости ТО (5 тыс. руб.) и значению удельных затрат на ТР (табл. 1.5) определяют периодичность ТО.

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 $C'_{\text{ТО}}$	5,25	2,63	1,74	1,31	1,05	0,87	0,75
Удельные затраты на ТР $C'_{\text{ТР}}$	0,84	1,26	1,58	2,10	2,63	3,05	3,36
Суммарные удельные затраты на ТО и ТР C'_Σ	6,09	3,89	3,32	3,41	3,68	3,92	4,11

Пример. С помощью программы Excel и табл. 1.5 построить графики и определить коэффициенты уравнения суммарных удельных затрат в виде полинома третьей степени (рис. 1.13). Из приведенных экспериментальных данных (см. табл. 1.5, рис. 1.13) видно, что минимум суммарных затрат наступает при периодичности ТО 3–4 тыс. км.

Однако вследствие неточности учета статистических данных целесообразно использовать расчетную зависимость суммарных удельных затрат – формула (1.16), по которой периодичность ТО составляет 3,4 тыс. км. Точнее периодичность ТО необходимо определить по уравнению кривой (см. рис. 1.13), продифференцировав его и приравняв производную к нулю.

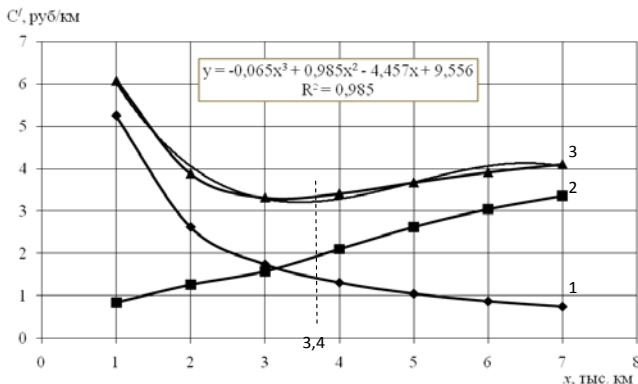


Рис. 1.13. Зависимость удельных затрат C' на техническое обслуживание (1), текущий ремонт (2) и суммарных удельных затрат (3) от пробега x : R^2 – показатель достоверности

Содержание отчета. Отчет 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.

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?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Расчет оптимального срока службы автомобиля

Цель работы – изучить метод определения срока службы транспортного средства, основанный 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 [1].

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.

Задание. Определить срок службы автомобиля в соответствии с исходными данными (табл. 1.6).

Таблица 1.6

Исходные данные для расчета точки минимума суммарных затрат

Год	Пробег, тыс. км	Годовые затраты на ремонт, тыс. руб.	Рыночная стоимость машины к концу периода, тыс. руб.
1-й	100	60	6800
2-й	200	125	5800
3-й	300	350	5180
4-й	400	750	4660
5-й	500	1140	4180
6-й	600	1700	3680

Для нахождения 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. 1.7;

– 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. 1.7, делят на суммарный пробег автомобиля к концу этого же периода. Полученные результаты заносят в графу 5, данные которой в совокупности образуют табличную запись функции $f_1(x)$.

Таблица 1.7

Расчет точки минимума общих затрат

Год	Пробег нарастающим итогом, км	Годовые затраты на ремонт, руб.	Затраты на ремонт нарастающим итогом, руб.	Стоимость ремонта на 1 км пробега к концу периода, руб. функция $f_1(x)$	Рыночная стоимость машины к концу периода, руб.	Величина потребляемого капитала к концу периода, руб.	Величина потребленного капитала на 1 км пробега, руб. – функция $f_2(x)$	Общие затраты на 1 км пробега, руб. – функция $F(x)$
1-й	100	60,0	60	0,6	6800	1200	12,0	12,6
2-й	200	125,0	185	0,9	5800	1000	5,0	5,9
3-й	300	350,0	535	1,8	5180	620	2,1	3,9
4-й	400	750,0	1285	3,2	4660	520	1,3	4,5
5-й	500	1140,0	2425	4,9	4180	480	1,0	5,8
6-й	600	1700,0	4125	6,9	3680	500	0,8	7,7

Для нахождения $f_2(x)$:

– 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. 1.7;

– 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. 1.7 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. 1.14).

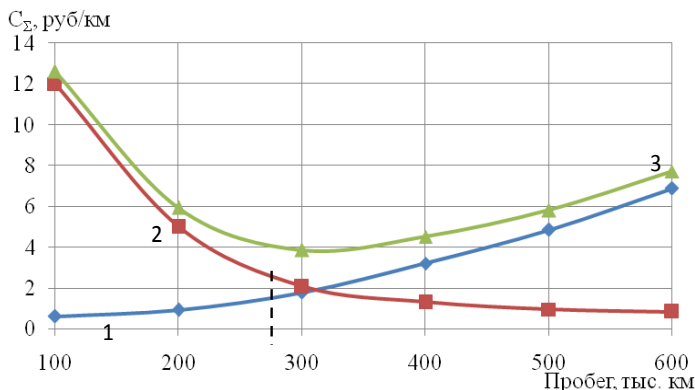


Рис. 1.14. Определение оптимального срока службы l_0 автомобиля:

$$1 - f_1(x); 2 - f_2(x); 3 - F(x)$$

Содержание отчета. Отчет 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.

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.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Группирование операций технического обслуживания и текущего ремонта

Цель работы – изучить методику группирования операций технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР).

Общие сведения и основные понятия. Абсолютные затраты на ремонт при определенной наработке C_x определяются с учетом стоимости устранения отказа C_i и вероятности его появления P_{xi} :

$$C_x = \sum_{i=1}^k P_{xi} C_i, \quad (1.18)$$

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

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

$$C_x = C_{0x} + ax^n, \quad (1.19)$$

где C_{0x} – затраты на ремонт при $x = 0$ (на устранение внезапных отказов хотя и с малой вероятностью);

a, n – параметры, определяемые по экспериментальным статистическим данным, характеризуют интенсивность возрастания затрат ($n > 1$).

С учетом этого суммарные удельные затраты на обеспечение работоспособности элементов составляют [2]:

$$C' = \frac{C_n}{x} + \frac{C_x}{x} + ax^{n-1}, \quad (1.20)$$

где C_n – затраты на ТР.

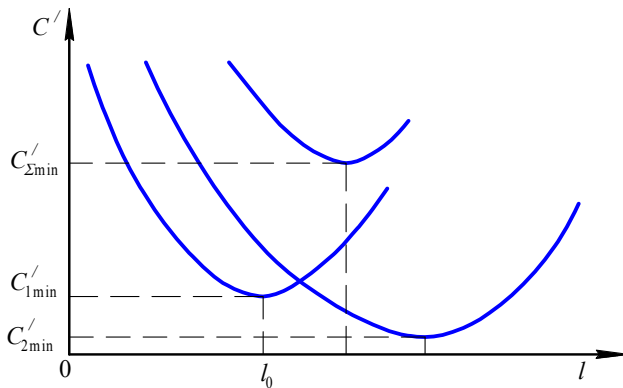


Рис. 1.15. Определение рациональной наработки x_2 до одновременного ремонта двух элементов при различной рациональной наработке для каждого элемента x_1 и x_2

При проведении ТО и ТР 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 и ТР обоих сопряжений находится между рациональными значениями для каждого сопряжения (рис. 1.15) [2].

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.

При целесообразности группирования ремонтов нескольких элементов определяется рациональная наработка до ТО и ТР всех группируемых элементов x_{Σ} . В общем случае x_{Σ} определяют приближенно (геометрически) с учетом величины затрат на ремонт каждого группируемого элемента по следующему выражению [4]:

$$x_{\Sigma} = \frac{C_1' x_1 + C_2' x_2}{C_1' + C_2'}, \quad (1.21)$$

где C_1', C_2' – удельные минимальные затраты по элементам;

x_1, x_2 – рациональные значения наработки до ТР элементов.

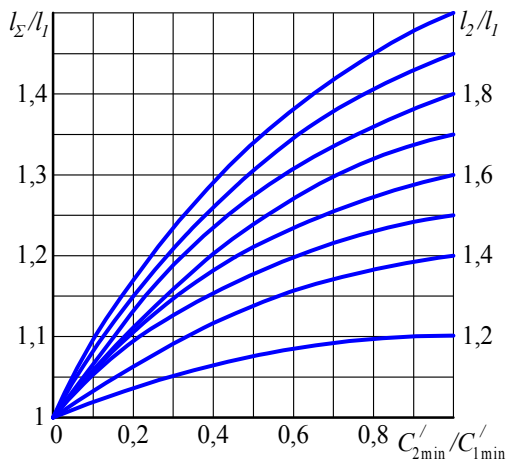


Рис. 1.16. Номограмма для определения наработки до ремонта x_{Σ} двух элементов в зависимости от отношения их минимальных затрат C'_{2min} / C'_{1min} и оптимальных ресурсов x_2 / x_1

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. Для удобства определения l_z целесообразно использовать номограмму, приведенную на рисунке 1.16, в зависимости от соотношения затрат на ремонт и ресурсов элементов. 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 ТР по технико-экономическому методу.

После изучения методических указаний каждый студент получает персональные данные для расчета (коэффициенты уравнения 1.22 и 1.23) и под контролем преподавателя выполняет необходимые вычисления по определению оптимальной наработки до ТР группы элементов, используя при этом пример задания.

Зависимость абсолютных затрат от наработки цилиндропоршневой группы (ЦПГ):

$$C_1 = a_1x^3 + b_1x^2 + c_1x + d_1. \quad (1.22)$$

Зависимость абсолютных затрат от наработки подшипников коленчатого вала (ПКВ):

$$C_2 = a_2x^3 + b_2x^2 + c_2x + d_2. \quad (1.23)$$

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

Задание. Провести группирование операций ТО и ТР.

По известным коэффициентам уравнения абсолютных затрат от наработки цилиндропоршневой группы и подшипников коленчатого вала (табл. 1.8) группируют операции ТО и ТР.

Таблица 1.8

Коэффициенты уравнения абсолютных затрат

	Коэффициенты			
	a	b	c	D
Абсолютные затраты от наработки ЦПГ	0,0011	-0,3402	36,797	-106,57
Абсолютные затраты от наработки ПКВ	0,0012	-0,4906	58,947	-219,77

Для решения задачи необходимо:

– рассчитать удельные значения затрат на ремонт ЦПГ и ПКВ (табл. 1.9);

– задавая ряд значений, построить зависимость суммарных удельных затрат C'_Σ от пробега x до совместного ремонта ЦПГ и ПКВ (рис. 1.17);

– по полученному графику определить оптимальное значение пробега до совместного ремонта ЦПГ и ПКВ (см. рис. 1.17);

– определить оптимальное значение пробега совместного ремонта ЦПГ и ПКВ (см. рис. 1.16);

– определить оптимальное значение пробега совместного ремонта ЦПГ и ПКВ по формуле (1.21);

– сравнить результаты вычислений, сделанных различными методами;

– сделать вывод об оптимальном пробеге до ТР элементов ЦПГ и ПКВ.

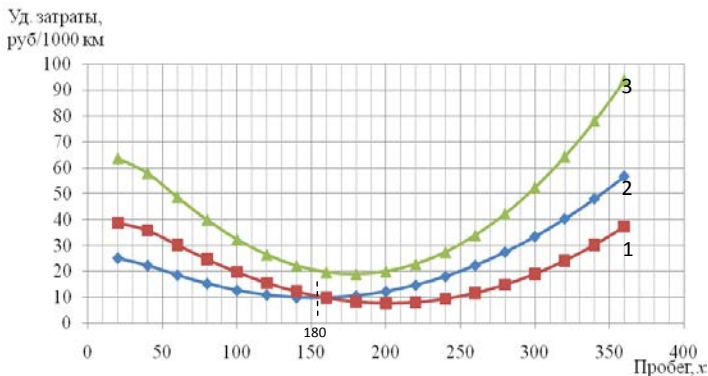


Рис. 1.17. Зависимость удельных затрат на ремонт ЦПГ и ПКВ от наработки: 1 – $C'_{уд. ПКВ}$; 2 – $C'_{уд. ЦПГ}$; 3 – $C'_{уд. \Sigma}$

Таблица 1.9

Расчет затрат для группирования операций ТО и ТР

Пробег, тыс. км	$C_{цпг}$ руб.	$C_{пкв}$ руб.	$C_{уд. цпг}$ руб./тыс. км	$C_{уд. пкв}$ руб./тыс. км	$C_{уд. \Sigma}$ руб./тыс. км
20	502,1	772,5	25,1	38,6	63,7
40	891,4	1430,0	22,3	35,7	58,0
60	1114,1	1810,1	18,6	30,2	48,7
80	1223,1	1970,6	15,3	24,6	39,9
100	1271,1	1968,9	12,7	19,7	32,4
120	1311,0	1862,8	10,9	15,5	26,4
140	1395,5	1709,9	10,0	12,2	22,2
160	1577,4	1567,6	9,9	9,8	19,7
180	1909,6	1493,7	10,6	8,3	18,9
200	2444,8	1545,6	12,2	7,7	20,0
220	3235,9	1781,1	14,7	8,1	22,8
240	4335,6	2257,8	18,1	9,4	27,5
260	5796,7	3033,1	22,3	11,7	34,0
280	7672,1	4164,8	27,4	14,9	42,3
300	10014,5	5710,3	33,4	19,0	52,4
320	12876,8	7727,4	40,2	24,1	64,4
340	16311,7	10273,7	48,0	30,2	78,2
360	20372,0	13406,6	56,6	37,2	93,8
Минимальные значения			9,9	7,7	18,9
Отношение минимальных затрат $C_{уд. пкв}/C_{уд. цпг}$					0,783873
Отношения пробегов x_2/x_1					1,428571
Суммарный пробег до технологического воздействия, определенный по минимуму суммарных затрат, км					~ 180 000
Суммарный пробег до технологического воздействия, определенный по номограмме, км					~ 158 000
Суммарный пробег до технологического воздействия, определенный по формуле (21), км					166 365

Содержание отчета. Отчет должен отражать наиболее важные положения по методике группирования операций ТО и ТР по технико-экономическому методу и содержать следующие сведения:

- название и цель работы;
- описание методики группирования операций ТО и ТР по технико-экономическому методу;
- исходные данные и результаты расчетов сроков проведения ТР группы элементов автомобиля;
- выводы.

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.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

Оценка точности 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 [4]:

$$\frac{dS}{dz} \uparrow 0, \quad (1.24)$$

где dS / dz – 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 [4]:

$$k_{\text{ч}} = \left| \frac{dS}{dx} \right|. \quad (1.25)$$

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 [1]:

$$\Delta S = t_{P,n} \frac{\sigma_S}{\sqrt{n}}, \quad (1.26)$$

где $t_{P,n}$ – критерий Стьюдента при доверительной вероятности P и числе измерений n ;

σ_S – среднее квадратическое отклонение единичного измерения параметра S .

Относительная погрешность (точность) определяется делением абсолютной погрешности на среднее значение параметра.

Информативность диагностического параметра 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 $\bar{S}_1$ и неисправных $\bar{S}_2$ элементов, следовательно, информативности параметра S , определяют критерий Стьюдента [1]:

$$t_P = \frac{|\bar{S}_2 - \bar{S}_1|}{\sigma \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}, \quad (1.27)$$

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 к удельным затратам при предупредительном ремонте без диагностирования при назначенной наработке.

Анализ затрат на устранение отказов и на их предупреждение показывает их отношение (коэффициент опасности отказа k_0) и коэффициент вариации ресурса V_R (принимается из лабораторной работы № 1). При этом сравнительная эффективность диагностирования определяется по результатам анализа их сочетания (рис. 1.18), т.е. проведение диагностирования позволяет в несколько раз сократить затраты по сравнению с ремонтом при назначенной наработке [2].

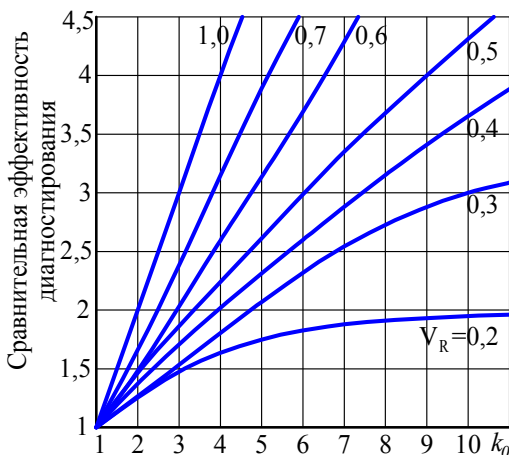


Рис. 1.18. Зависимость сравнительной эффективности диагностирования от вариации долговечности объекта V_R и коэффициента опасности отказа k_0

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

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.

Задание. Определить показатели 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. 1.10.

Таблица 1.10

Зависимость радиального зазора фланца ведущего вала от износа шлицов ведущего вала редуктора

Структурный диаметр	22	88	132	187	243	375	424
Диагностический параметр	22	110	132	176	320	617	695

Результаты 25 независимых измерений диагностического параметра при неизменном значении структурного представлены в табл. 1.11.

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

Таблица 1.11

Вариационный ряд диагностического параметра

Номер измерения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Наработка на отказ, тыс. км	235	248	234	242	248	239	242	242	241	242	248	235	231
Номер измерения	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	–
Наработка на отказ, тыс. км	242	237	233	237	238	231	226	234	239	237	238	231	–

Результаты измерения диагностического параметра 25 исправных и 25 неисправных редукторов ведущих мостов приведены в табл. 1.12.

Таблица 1.12

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	10	11	12	13
S_1 , мкм	165	176	171	165	182	165	186	160	165	182	198	160	165
S_2 , мкм	331	320	342	301	342	353	309	298	342	276	353	287	309
Номер измерения	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
S_1 , мкм	149	182	221	209	198	154	187	171	176	154	132	143	
S_2 , мкм	369	331	308	320	364	342	386	342	331	320	331	353	

Пример. Пользуясь программой Excel, определяют параметры зависимости S от x (рис. 1.19):

$$S = S_0 + bx = -71,26 + 1,747x, \quad (1.28)$$

где S_0 – свободный член;

b – коэффициент пропорциональности.

Из рис. 1.19 и формулы (1.28) видно, что требование однозначности выполняется, а коэффициент чувствительности $k_{\text{ч}} = b = 1,747$, т.е. на каждую единицу изменения x величина S изменяется в 1,747 раза больше, что говорит о хорошей чувствительности диагностического параметра.

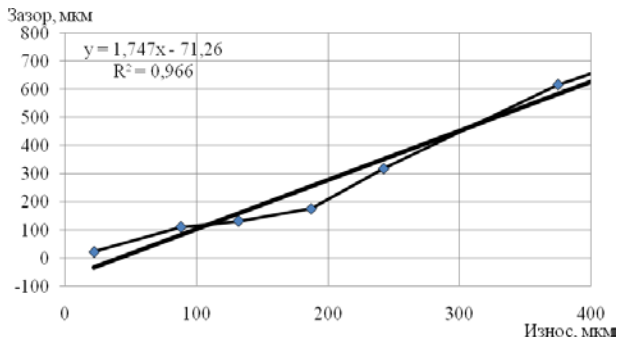


Рис. 1.19 Зависимость диагностического параметра S (радиального зазора фланца ведущего вала) от структурного параметра x (износа шлицов ведущего вала)

Пользуясь программным средством Excel, по вариационному ряду (см. табл. 1.11) определяют параметры распределения (рис. 1.20): среднее значение $\bar{S} = 238$ мкм, среднеквадратическое отклонение $\sigma_S = 5,63$ мкм. По формуле (1.26) находят абсолютную погрешность $\Delta S = 1,9$ мкм. Относительная погрешность с учетом среднего значения составит 0,81 %.

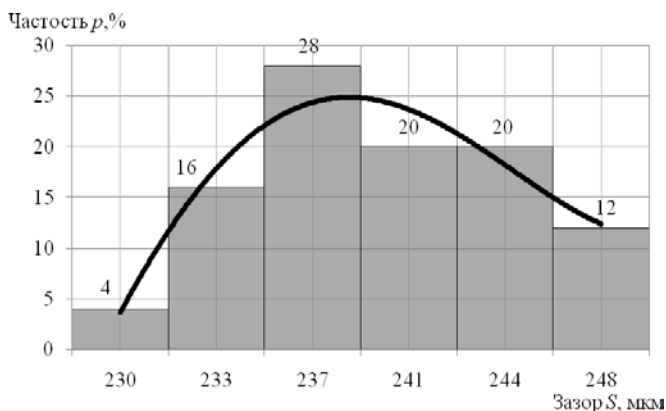


Рис. 1.20. Распределение диагностического параметра S при неизменном значении структурного x

Для оценки информативности, пользуясь программным средством Excel, вычисляют параметры распределения диагностических показателей по исправным и неисправным редукторам (рис. 1.21). При этом используют вариационные ряды, представленные в табл. 1.11.

Содержание отчета. Отчет 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.

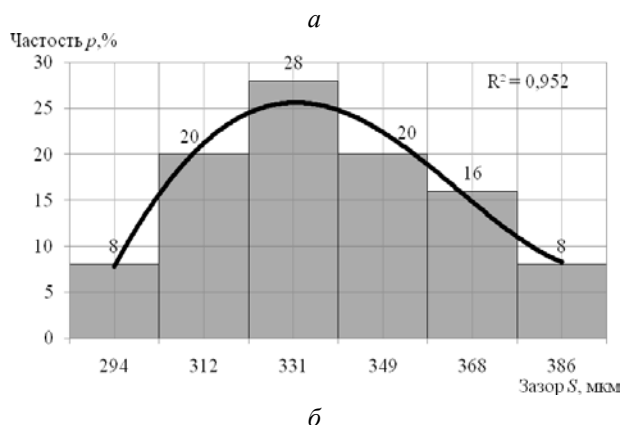
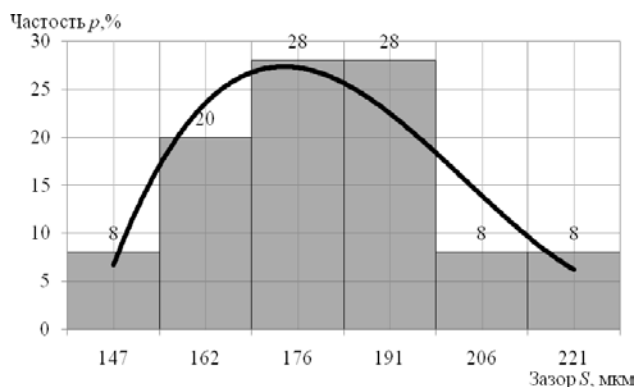


Рис. 1.21. Распределение диагностического параметра S по исправным (а) и неисправным редукторам (б)

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?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Влияние условий эксплуатации автомобилей на периодичность ТО и пробег до КР

Цель работы – оценить влияние условий эксплуатации и природно-климатических условий, типа и модификации автомобилей на периодичность ТО и КР.

Общие сведения и основные понятия.

Исходными данными при планировании ТО автомобилей служат:

- списочный состав в АТП по маркам и моделям;
- среднесуточный пробег автомобилей;
- показатели, характеризующие условия их эксплуатации;
- нормативные данные, регламентирующие ТО и ремонт автомобилей.

Характеристики подвижного состава, приведенного в исходных данных к лабораторным работам № 8 и 9, представлены в прил. 1. Исходные данные, характеризующие списочное количество автомобилей на АТП, показатели использования подвижного состава АТП и характеристика условий эксплуатации принимаются из табл. 1.13–1.15 в соответствии с вариантом, выданным преподавателем.

Таблица 1.13

Структура подвижного состава АТП

Марка автомобиля	Тип автомобиля	Номер варианта									
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
КАМАЗ-4308	Бортовой	70	–	–	40	–	–	46	–	–	52
КАМАЗ-55111	Самосвал	–	36	–	–	76	–	–	102	–	–
ЗИЛ-433110	Бортовой	–	–	78	–	–	56	–	–	78	–
		<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>20</i>
ПАЗ-3206	Автобус	–	–	28	–	–	74	–	–	36	–
ЗИЛ-5301СС	Фургон	–	102	–	–	36	–	–	50	–	–
ГАЗ-33027 (ГАЗель)	Бортовой	56	–	–	78	–	–	60	–	–	88
		<i>21</i>	<i>22</i>	<i>23</i>	<i>24</i>	<i>25</i>	<i>26</i>	<i>27</i>	<i>28</i>	<i>29</i>	<i>30</i>
КАМАЗ-5320	Бортовой	84	–	–	56	–	–	60	–	–	76
ЗИЛ-ММЗ-2502	Самосвал	–	61	–	–	84	–	–	36	–	–
ЗИЛ-432720	Бортовой	–	–	52	–	–	96	–	–	52	–

Таблица 1.14

Показатели использования подвижного состава АТП

Параметр	Марка автомобиля								
	КАМАЗ-4308	КАМАЗ-5320	ЗИЛ-433110	ПАЗ-3206	ГАЗ-33027 (ГАЗель)	ЗИЛ-5301СС	ЗИЛ-ММЗ-2502	ЗИЛ-432720	КАМАЗ-55111
Пробег с начала эксплуатации, тыс. км	60	110	130	160	120	75	140	220	190
Среднесуточный пробег, км	100	110	120	90	130	80	150	60	70
Число дней работы в году	305	305	253	305	253	253	305	253	305

Таблица 1.15

Условия эксплуатации подвижного состава

Параметр	Номер варианта (третья цифра шифра студента)									
	1,11, 21	2,12, 22	3,13, 23	4,14, 24	5,15, 25	6,16, 26	7,17, 27	8,18, 28	9,19, 29	10,20, 30
Дорожное покрытие	Д5	Д1	Д1	Д4	Д1	Д2	Д1	Д1	Д5	Д2
Рельеф местности	Р3	Р2	Р1	Р4	Р3	Р1	Р1	Р2	Р5	Р2
Условия движения	У1	У2	У3	У1	У2	У1	У3	У3	У1	У2
Природно-климатическая зона	Умерен. - теплая	Умерен. холодная	Умеренная	Жаркая	Умеренная	Холодная	Умерен. - теплая	Очень холодная	Умерен. холодная	Умеренная

Нормативная периодичность и трудоемкость ТО и ремонта автомобилей определены на основе Положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, руководств по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей определенных моделей и представлены в прил. 2.

Приведенные в прил. 2 нормативные данные без корректирования могут применяться в расчетах только для следующих условий эксплуатации:

– 1-я категория условий эксплуатации (дорога – асфальто-бетонное и бетонное покрытие, рельеф – равнинная, слабохолмистая и холмистая местность, условия движения – за пределами города);

– использование транспорта в умеренном климатическом районе;

– пробег с начала эксплуатации 50–75 % от пробега до первого капитального ремонта;

– работа транспорта в составе автотранспортного предприятия, имеющего 200–300 автомобилей трех технологически совместимых групп, для которых применимы одинаковые посты, оборудование и квалификация персонала при проведении ТО и ТР.

С учетом действительных условий эксплуатации производится корректирование периодичности ТО и пробега до КР для i -й марки автомобиля с использованием коэффициентов, учитывающих условия эксплуатации (K_1), тип и модификацию автомобилей (K_2) и природно-климатические условия (K_3).

Значения коэффициента K_1 определяются в зависимости от категории условий эксплуатации и вида корректируемого норматива из табл. 1.16 [5].

Таблица 1.16

**Коэффициент корректирования K_1 нормативов
в зависимости от категории условий эксплуатации**

Категория условий эксплуатации	Вид норматива		
	периодичность ТО	удельная трудоемкость ТР	ресурс до КР
I	1,0	1,0	1,0
II	0,9	1,1	0,9
III	0,8	1,2	0,8
IV	0,7	1,4	0,7
V	0,6	1,5	0,6

Категория условий эксплуатации, характеризующаяся дорожным покрытием D , рельефом местности P и условиями движения Y , определяется по табл. 1.17 [5].

Таблица 1.17

Классификация условий эксплуатации

Категория условий эксплуатации	Условия движения		
	У1	У2	У3
I	Д1 – P1, P2, P3	–	–
II	Д1 – P4 Д2 – P1, P2, P3, P4 Д3 – P1, P2, P3	Д1 – P1, P2, P3, P4 Д2 – P1	–
III	Д1 – P5 Д2 – P5 Д3 – P4, P5 Д4 – P1, P2, P3, P4, P5	Д1 – P5 Д2 – P2, P3, P4, P5 Д3 – P1, P2, P3, P4, P5 Д4 – P1, P2, P3, P4, P5	Д1 – P1, P2, P3, P4, P5 Д2 – P1, P2, P3, P4 Д3 – P1, P2, P3 Д4 – P1
IV	Д5 – P1, P2, P3, P4, P5	Д5 – P1, P2, P3, P4, P5	Д2 – P5 Д3 – P4, P5 Д4 – P2, P3, P4, P5 Д5 – P1, P2, P3, P4, P5
V	–	Д6 – P1, P2, P3, P4, P5	–

Дорожные условия:

Д1 – усовершенствованные капитальные (цементобетонные монолитные, железобетонные или армированные сборные, асфальтобетонные, мостовые из брусчатки и мозаики на битумном основании);

Д2 – усовершенствованные облегченные (из щебня, гравия и песка, обработанные вяжущими материалами, из холодного асфальтобетона);

Д3 – переходные (щебенчатые и гравийные);

Д4 – переходные (из грунтов и местных каменных материалов, обработанных вяжущими материалами, мостовые из булыжника, зимники);

Д5 – низкие (грунт, укрепленный или улучшенный добавками, лежневое и бревенчатое покрытие);

Д6 – естественные грунтовые дороги, временные внутри-карьерные и отвальные дороги, подъездные пути, не имеющие твердого покрытия.

Тип рельефа местности (определяется высотой над уровнем моря):

- P1 – равнинный (до 200 м);
- P2 – слабохолмистый (свыше 200 до 300 м);
- P3 – холмистый (свыше 300 до 1000 м);
- P4 – гористый (свыше 1000 до 2000 м);
- P5 – горный (свыше 2000 м).

Условия движения:

- У1 – за пределами городской зоны (более 50 км от города);
- У2 – в малых городах (до 100 тыс. жителей);
- У3 – в больших городах (более 100 тыс. жителей).

Значения коэффициента K_{2i} для i -й марки автомобиля принимать из табл. 1.18, [5].

Таблица 1.18

**Коэффициент корректирования K_{2i} нормативов
в зависимости от модификации подвижного состава
и организации его работы**

Подвижной состав	Трудоемкость ТО и ТР	Ресурс до КР
Базовый автомобиль	1,00	1,00
Седельный тягач	1,10	0,95
Автомобиль с одним прицепом	1,15	0,90
Автомобиль с двумя прицепами	1,20	0,85
Автомобиль-самосвал при работе на плечах свыше 5 км	1,15	0,85
Автомобиль-самосвал с одним прицепом или при работе на плечах до 5 км	1,20	0,80
Автомобиль-самосвал с двумя прицепами	1,25	0,75
Специализированный подвижной состав	1,10–1,20	–

Значения коэффициента K_3 , учитывающего природно-климатические условия эксплуатации, принимают по табл. 1.19 в зависимости от климатического района. Характеристика территории России по природно-климатическим условиям представлена в прил. 3.

Таблица 1.19

**Коэффициент корректирования K_3 нормативов
в зависимости от природно-климатических условий**

Район	Периодичность ТО	Уд. трудоемкость ТР	Ресурс до КР
Умеренный	1,0	1,0	1,0
Умеренно-теплый, умеренно-теплый влажный, теплый влажный	1,0	0,9	1,1
Жаркий сухой, очень жаркий, сухой	0,9	1,1	0,9
Умеренно холодный	0,9	1,1	0,9
Холодный	0,9	1,2	0,8
Очень холодный	0,8	1,3	0,7

Порядок выполнения работы. Техническое обеспечение и место выполнения – компьютерный класс, программное средство Excel, набор карточек с данными.

В первую очередь необходимо определить коэффициенты корректирования периодичности ТО и КР – комплексные коэффициенты, учитывающие реальные условия эксплуатации автомобилей.

При определении периодичности ТО коэффициент корректирования [6]:

$$Kp_1 = K_1 \cdot K_3 \quad (1.29)$$

При определении пробега до КР коэффициент корректирования [6]:

$$Kp_2 = K_1 \cdot K_{2i} \cdot K_3 \quad (1.30)$$

Расчетные значения корректирующих коэффициентов Kp_1 , Kp_2 по маркам автомобилей заносятся в табл. 1.20.

Таблица 1.20

Расчетные значения корректирующих коэффициентов

Коэффициент	Марка автомобиля
Kp_1	
Kp_2	

С учетом корректирующих коэффициентов проводится пересчет нормативной периодичности ТО, нормы пробега до КР, а также нормативы трудоемкости ТО и ТР по выражениям:

– периодичность ТО [6]:

$$L_{\text{ТО-2}} = Kp_1 \cdot L_{\text{НТО-2}}; \quad (1.31)$$

$$L_{\text{ТО-1}} = Kp_1 \cdot L_{\text{НТО-1}}, \quad (1.32)$$

где $L_{\text{ТО-1}}$, $L_{\text{ТО-2}}$ – соответственно пробег до ТО-1 и ТО-2 после корректирования;

$L_{\text{НТО-1}}$, $L_{\text{НТО-2}}$ – соответственно пробег до ТО-1 и ТО-2 до корректирования (см. прил. 2);

– пробег до КР [6]:

$$L_{\text{КР}} = Kp_2 \cdot L_{\text{НКР}} \quad (1.33)$$

где $L_{\text{НКР}}$ – нормативный пробег автомобиля до КР до корректирования.

Результаты расчетов по корректированию нужно свести в табл. 1.21.

Таблица 1.21

Откорректированные значения исходных данных

Показатели	Марка автомобиля
Пробег до ТО-1: до корректирования после корректирования	
Пробег до ТО-2: до корректирования после корректирования	
Пробег до КР: до корректирования после корректирования	

В дальнейшем, в соответствии с исходными данными, необходимо определить количество обслуживаний каждого вида за цикл эксплуатации автомобиля до капитального ремонта.

Число КР ($n_{\text{КР}}$) [6]:

$$n_{\text{КР}} = \frac{L_{\text{КР}}}{L_{\text{КР}}} = 1. \quad (1.34)$$

Число ТО-2 ($n_{\text{ТО-2}}$) [6]:

$$n_{\text{ТО-2}} = \frac{L_{\text{КР}}}{L_{\text{ТО-2}}} - n_{\text{КР}}. \quad (1.35)$$

Число ТО-1 ($n_{\text{ТО-1}}$) [6]:

$$n_{\text{ТО-1}} = \frac{L_{\text{КР}}}{L_{\text{ТО-1}}} - (n_{\text{КР}} + n_{\text{ТО-2}}). \quad (1.36)$$

Так как пробег автомобилей за год отличается от пробега за цикл, то необходимо выполнить перерасчет полученных по формулам (1.34) – (1.36) значений. Перерасчет производится с использованием коэффициента перехода от цикла к году для каждой марки автомобиля, который определяется для автомобилей данной марки [6]:

$$\eta_{\Gamma} = \frac{L_{\Gamma}}{L_{\text{КР}}}, \quad (1.37)$$

где L_{Γ} – планируемый годовой пробег автомобиля данной марки, км;

$L_{\text{КР}}$ – пробег до КР автомобиля данной марки, км.

Годовое количество КР и ТО на один списочный автомобиль [6]:

$$n_{\Gamma \text{ КР}} = n_{\text{КР}} \cdot \eta_{\Gamma}; \quad (1.38)$$

$$n_{\Gamma \text{ ТО-2}} = n_{\text{ТО-2}} \cdot \eta_{\Gamma}; \quad (1.39)$$

$$n_{\Gamma \text{ ТО-1}} = n_{\text{ТО-1}} \cdot \eta_{\Gamma}; \quad (1.40)$$

$$n_{\Gamma \text{ ЕТО}} = n_{\text{ЕТО}} \cdot \eta_{\Gamma}. \quad (1.41)$$

Количество сезонных ТО (СТО) на один автомобиль за год равняется двум.

Годовое количество КР и ТО на парк автомобилей одной марки составит [6]:

$$\sum n_{\Gamma \text{ КР}} = n_{\Gamma \text{ КР}} \cdot A_{\text{С}}; \quad (1.42)$$

$$\sum n_{\Gamma \text{ ТО-2}} = n_{\Gamma \text{ ТО-2}} \cdot A_{\text{С}}; \quad (1.43)$$

$$\sum n_{\Gamma \text{ ТО-1}} = n_{\Gamma \text{ ТО-1}} \cdot A_{\text{С}}; \quad (1.44)$$

$$\sum n_{\Gamma \text{ ЕТО}} = n_{\Gamma \text{ ЕТО}} \cdot A_{\text{С}}; \quad (1.45)$$

$$\sum n_{\Gamma \text{ СТО}} = 2 \cdot A_{\text{С}}, \quad (1.46)$$

где $A_{\text{С}}$ – списочное число автомобилей.

Суточную программу по техническому обслуживанию автомобилей определяют отдельно по каждому виду обслуживания для каждой марки автомобилей [6]:

$$m_{\text{ЕТО}} = \frac{\sum n_{\Gamma \text{ ЕТО}}}{D}; \quad (1.47)$$

$$m_{\text{ТО-1}} = \frac{\sum n_{\Gamma \text{ ТО-1}}}{D}; \quad (1.48)$$

$$m_{\text{ТО-2}} = \frac{\sum n_{\Gamma \text{ ТО-2}}}{D}, \quad (1.49)$$

где $m_{\text{ЕТО}}$, $m_{\text{ТО-1}}$, $m_{\text{ТО-2}}$ – соответственно суточное количество обслуживаний ЕТО, ТО-1 и ТО-2 в планируемом периоде;

D – количество рабочих дней в году участка или зоны обслуживания, выполняющих данный вид обслуживания. Для расчетов принять $D = 253$ дня.

Результаты расчетов по годовому и суточному количеству технических обслуживаний свести в табл. 1.22.

Таблица 1.22

**Расчетное количество ТО по видам обслуживания
и маркам автомобилей**

Показатели	Марка автомобиля
Количество автомобилей	
Годовое обслуживание по видам	
СТО	
ТО-1	
ТО-2	
ЕТО	
Суточная программа работ по видам ТО	
ЕТО	
ТО-1	
ТО-2	

Для определения метода организации ТО применяют рекомендации НИИАТ, согласно которым:

– ТО-1 грузовых автомобилей на тупиковых потоках производится по программе до 10 обслуживаний в сутки; при большем числе обслуживаний одноименных автомобилей в сутки ТО-1 проводится на поточной линии;

– ТО-2 грузовых автомобилей на тупиковых постах проводится по программе до 1–2 обслуживаний в сутки; при суточной программе в 2–5 автомобилей обслуживание проводится на тупиковых постах с выделением поста смазки; при суточной программе более 6 автомобилей ТО-2 проводится на поточной линии.

Результаты внести в табл. 1.23.

Таблица 1.23

Методы организации работ по ТО

Марка автомобиля	Суточная программа работ по ТО		Выбранный вариант организации работ по техническому обслуживанию	
	ТО-1	ТО-2	ТО-1	ТО-2

Принимая во внимание коэффициенты, учитывающие условия эксплуатации, тип и модификацию автомобилей и природно-климатические условия, используя программное средство Excel, построить зависимости влияния условий эксплуатации на периодичность ТО и ресурса до КР.

Содержание отчета. Отчет должен отражать наиболее важные положения по методике корректирования пробега до ТО и КР с обязательным включением следующих сведений:

- название и цель работы;
- описание методики оценки влияния действительных условий эксплуатации автомобилей различного типа на периодичность ТО и КР;
- исходные данные и результаты расчетов влияния условий эксплуатации на периодичность ТО и ресурса до КР;
- выводы по полученным зависимостям и в целом по работе.

Контрольные вопросы

1. Дайте понятие периодичности ТО и КР.
2. Назовите основные причины снижения пробега до ТО и КР автомобилей.

3. Охарактеризуйте влияние условий эксплуатации, типа и модификации автомобиля и природно-климатических условий на периодичность ТО и ресурса до КР.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

Влияние условий эксплуатации автомобилей различного типа на трудоемкость ТО и ТР

Цель работы – оценить влияние условий эксплуатации и природно-климатических условий, типа и модификации автомобилей, пробега с начала эксплуатации и размера автотранспортных предприятий на трудоемкость ТО и ТР.

Общие сведения и основные понятия. Исходными данными при планировании ТО автомобилей служат:

- списочный состав в АТП по маркам и моделям;
- пробег автомобилей с начала эксплуатации;
- среднесуточный пробег автомобилей;
- показатели, характеризующие условия их эксплуатации;
- нормативные данные, регламентирующие ТО и ремонт автомобилей.

При планировании работ по ТО и ТР автомобилей следует учитывать, что:

1) нормативы трудоемкости ТО-1 и ТО-2 не включают трудоемкость ЕТО;

2) трудоемкость дополнительных работ по сезонному обслуживанию составляет к трудоемкости ТО-2: для районов Крайнего Севера – 50 %, для зоны холодного климата – 30 % и для прочих условий – 20 %;

3) нормативы не учитывают трудовые затраты на вспомогательные работы (работы по самообслуживанию) по гаражу, которые устанавливаются в размере 25–30 % от суммарной трудоемкости ТО и ТР. В состав вспомогательных работ входят обслуживание и ремонт оборудования и инструмента; транспортные и погрузочно-разгрузочные работы, связанные с обслуживанием и ремонтом подвижного состава; перегон автомобилей внутри гаража; хранение, приемка и выдача материальных ценностей; уборка производственных и служебно-бытовых помещений.

Автомобили, работающие в более тяжелых условиях, чем эталонные, потребуют для обеспечения работоспособности больших трудовых и материальных ресурсов, а затраты на ТО и ремонт автомобилей и себестоимость перевозок будут объективно выше.

Характеристики подвижного состава, приведенного в исходных данных к данной лабораторной работе, представлены в прил 1. Исходные данные, характеризующие списочное количество автомобилей на АТП, показатели использования подвижного состава АТП и характеристика условий эксплуатации, а также значения коэффициентов K_1 , K_2 и K_4 принимаются аналогично лабораторной работе № 8.

Значения коэффициента корректирования K_{4i} принимают из табл. 1.24 [5] в зависимости от пробега автомобиля i -й марки с начала эксплуатации.

Таблица 1.24

**Коэффициент корректирования нормативов
удельной трудоемкости текущего ремонта K_{4i} в зависимости
от пробега с начала эксплуатации**

Пробег с начала эксплуатации в долях нормативного пробега до КР	Автомобиль		
	Легковой	Автобус	Грузовой
До 0,25	0,4	0,5	0,4
Свыше 0,25 до 0,50	0,7	0,8	0,7
Свыше 0,50 до 0,75	1,0	1,0	1,0
Свыше 0,75 до 1,00	1,4	1,3	1,2
Свыше 1,00 до 1,25	1,5	1,4	1,3
Свыше 1,25 до 1,50	1,6	1,5	1,4
Свыше 1,50 до 1,75	2,0	1,8	1,6
Свыше 1,75 до 2,00	2,2	2,1	1,9
Свыше 2,00	2,5	2,5	2,1

Значение коэффициента корректирования K_5 варьируется в зависимости от численности автомобилей и определяется по табл. 1.25 [5].

При определении числа ремонтных рабочих нужно учитывать следующее:

1. Нормативы трудоемкости ЕТО включают как уборочно-моечные работы, выполняемые обычно рабочими зоны ТО, так и контрольно-заправочные, выполняемые водителем. Объем

Таблица 1.25

Коэффициент корректирования нормативов трудоемкостей ТО и ТР в зависимости от количества обслуживаемых и ремонтируемых автомобилей на АТП и количества технологически совместимых групп подвижного состава (K_5)

Количество обслуживаемых и ремонтируемых автомобилей на АТП	Количество технологически совместимых групп подвижного состава		
	Менее 3	3	Более 3
До 100	1,15	1,20	1,30
Свыше 100 до 200	1,05	1,10	1,20
Свыше 200 до 300	0,95	1,00	1,10
Свыше 300 до 600	0,85	0,90	1,05
Свыше 600	0,80	0,85	0,95

уборочно-моечных работ составляет 50–60% общей трудоемкости ЕТО. Нормативные трудоемкости ЕТО должны приниматься в расчет в том случае, если водитель не принимает участия в выполнении работ по ЕТО. При выполнении водителем только контрольно-заправочных работ нормативные трудоемкости берут с коэффициентом 0,5–0,6. Кроме того, нормативы ЕТО должны быть уменьшены еще на 50–70%, если применяется механизированная мойка. Применение механизированной мойки обязательно для гаражей с числом автомобилей более 100.

2. Для выполнения работ по ТО-1 водителей привлекать не рекомендуется. Для выполнения работ по ТО-2, СТО и ТР предлагается привлекать водителей (50% объема работ).

3. Для выполнения ТО-1 и ТО-2 на потоке рекомендуется снижать трудоемкость на 15–25%.

Порядок выполнения работы. В первую очередь необходимо определить коэффициенты корректирования трудоемкости ТО и ТР – комплексные коэффициенты, учитывающие реальные условия эксплуатации автомобилей.

При определении трудоемкости ТО коэффициент корректирования [6]:

$$K_{p_3} = K_{2i} \times K_5 \quad (1.50)$$

При определении трудоемкости ТР коэффициент корректирования [6]:

$$Kp_4 = K_1 \cdot K_{2i} \cdot K_3 \cdot K_{4i} \cdot K_5. \quad (1.51)$$

С учетом корректирующих коэффициентов проводится пересчет нормативной трудоемкости ТО и ТР по выражениям:

– **трудоемкость ТО [6]:**

$$З_{Т_{ТО-2}} = Kp_3 \cdot З_{ТН_{ТО-2}}, \quad (1.52)$$

$$З_{Т_{ТО-1}} = Kp_3 \cdot З_{ТН_{ТО-1}}, \quad (1.53)$$

$$З_{Т_{ЕТО}} = Kp_3 \cdot З_{ТН_{ЕТО}}, \quad (1.54)$$

где $З_{Т_{ТО-2}}$, $З_{Т_{ТО-1}}$, $З_{Т_{ЕТО}}$ – соответственно трудоемкость одного ТО-2, ТО-1 и ЕТО после корректирования;

$З_{ТН_{ТО-2}}$, $З_{ТН_{ТО-1}}$, $З_{ТН_{ЕТО}}$ – соответственно трудоемкость одного ТО-2, ТО-1 и ЕТО до корректирования (принимается из прил. 2);

– **трудоемкость ТР [6]:**

$$З_{Т_{ТР}} = Kp_4 \cdot З_{ТН_{ТР}}, \quad (1.55)$$

где $З_{Т_{ТР}}$, $З_{ТН_{ТР}}$ – соответственно нормативная трудоемкость ТР (на 1000 км пробега) после и до корректирования. Значения $З_{ТН_{ТР}}$ (принимаются из прил. 2).

Откорректированные значения следует занести в таб. 1.26.

Таблица 1.26

Откорректированные значения исходных данных

Показатели	Марка автомобиля
Трудоемкость ЕТО: до корректирования после корректирования	
Трудоемкость ТО-1: до корректирования после корректирования	
Трудоемкость ТО-2: до корректирования после корректирования	
Трудоемкость ТР (на 1000 км пробега): до корректирования после корректирования	

Годовую трудоемкость работ по ТО на парк автомобилей определяют по выражению [6]:

$$\Sigma 3\tau_{\text{ТО-j}} = 3\tau_{\text{ТО-j}} \cdot \Sigma n_{ji}, \quad (1.56)$$

где $\Sigma 3\tau_{\text{ТО-j}}$ – суммарная годовая трудоемкость работ по j-му виду ТО для автомобилей одной i-й марки, чел.-ч.

Σn_{ji} – суммарное годовое число обслуживаний по j-му виду ТО для автомобилей одной i-й марки.

При определении трудоемкости сезонного ТО необходимо учитывать, что трудоемкость СТО определяется в процентном отношении от трудоемкости ТО-2 с учетом климатического района (см. выше).

Трудоемкость работ по ТР для автомобилей одной марки определяют по выражению [6]:

$$\Sigma 3\tau_{\text{ТР}} = L_{\Gamma} \times 3\tau_{\text{ТР}} \times A_{\text{C}} / 1000, \quad (1.57)$$

где $\Sigma 3\tau_{\text{ТР}}$ – годовая трудоемкость работ по ТР для автомобилей одной марки, чел.-ч.

Трудоемкость работ по самообслуживанию принимается в объеме 25–30 % от суммарной трудоемкости ТО и ТР ($3\tau_{\text{СМО}} = 0,25–0,3 (\Sigma 3\tau_{\text{ТО}} + \Sigma 3\tau_{\text{ТР}})$).

Результаты расчета трудоемкости работ по ТО и ТР нужно свести в табл. 1.27.

Таблица 1.27

Трудоемкость работ по ТО и ремонту автомобилей, чел.-ч

Показатели трудоемкости на парк автомобилей	Марка автомобиля
Трудоемкость ЕТО	
Трудоемкость ТО-1	
Трудоемкость ТО-2	
Трудоемкость СТО	
Суммарная трудоемкость работ по ТО на парк автомобилей ($\Sigma 3\tau_{\text{ТО}}$)	
Суммарная трудоемкость работ по ТР на парк автомобилей ($\Sigma 3\tau_{\text{ТР}}$)	
Трудоемкость работ по самообслуживанию гаража ($3\tau_{\text{СМО}}$)	
Общая годовая трудоемкость работ по гаражу	

Число рабочих, необходимое для выполнения работ по ТО и ТР, определяется по выражению:

$$T_p = (\Sigma Z_{\text{тг}_{\text{ТО}}} + \Sigma Z_{\text{тг}_{\text{ТР}}} + Z_{\text{тг}_{\text{СМО}}}) / \Phi, \quad (1.58)$$

где $\Sigma Z_{\text{тг}_{\text{ТО}}}$, $\Sigma Z_{\text{тг}_{\text{ТР}}}$, $Z_{\text{тг}_{\text{СМО}}}$ – соответственно суммарная трудоемкость (по всему парку) ТО, ТР и работ по самообслуживанию гаража, чел.-ч.;

Φ – фонд рабочего времени исполнителя (принимается равным 1860–1950 ч).

Число рабочих, необходимое для выполнения отдельных видов ТО и ремонта, определяют аналогичным образом.

Выполнение лабораторной работы предполагает рассмотрение 2 вариантов организации работ по ТО и ТР: с участием и без участия водителей. Результаты определения необходимого числа рабочих свести в табл. 1.28.

Таблица 1.28

Результаты определения необходимого числа рабочих гаража

Вид обслуживания или ремонта	Расчетное число рабочих, чел.	
	с учетом работы водителей	без учета работы водителей
ЕТО		
ТО-1		
ТО-2		
СТО		
ТР		
Работы по самообслуживанию		
Требуется всего рабочих		

С учетом коэффициентов корректирования трудоемкости ТО и ТР, используя программное средство Excel, построить зависимости влияния условий эксплуатации автомобилей различного типа на трудоемкость ТО и ТР.

Содержание отчета. Отчет должен отражать наиболее важные положения по методике корректирования трудоемкости ТО и ТР с обязательным включением следующих сведений:

- название и цель работы;
- описание методики оценки влияния действительных условий эксплуатации автомобилей различного типа на трудоемкость ТО и ТР;
- исходные данные и результаты расчетов трудоемкости обслуживания и необходимого количества рабочих для выполнения ТО и ТР;
- выводы по полученным зависимостям и в целом по работе.

Контрольные вопросы

1. Дайте понятие трудоемкости ТО и ТР.
2. Назовите основные причины увеличения трудоемкости ТО и ТР автомобилей.
3. Охарактеризуйте влияние условий эксплуатации и природно-климатических условий, типа и модификации автомобилей, пробега с начала эксплуатации и размера автотранспортных предприятий на трудоемкость ТО и ТР.

2. КУРСОВАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ТО И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ»

СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Целью курсовой работы является закрепление и расширение теоретических и практических знаний по организации и технологии ТО и ТР автомобилей, развитие у студентов навыков самостоятельной работы со специальной нормативной и научно-технической литературой при разработке технологических процессов технического обслуживания автомобилей в условиях АТП.

Курсовая работы направлена на формирование у студентов комплекса знаний и навыков по одному из основных видов их будущей профессиональной деятельности – создание и реализация прогрессивных и ресурсосберегающих технологий ТО и ТР подвижного состава автомобильного транспорта.

Содержание курсовой работы

Введение

1. Разработка технологической карты

1.1. Характеристика конструктивных особенностей автомобиля

1.2. Составление плана проведения работ

1.3. Расчет трудоемкости отдельных видов работ по ТО

1.4. Разработка операционной технологической карты

2. Организация зоны технического обслуживания автомобилей

2.1. Выбор метода технического обслуживания

2.2. Распределение объемов работ по исполнителям и постам

2.3. Подбор и расстановка оборудования

Общие выводы

Список используемой литературы

Оформление курсовой работы

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4 с рамкой. Объем пояснительной записки должен составлять

20–25 страниц. Первый лист – титульный (прил. 4). Второй лист – задание на курсовую работу (прил. 5). Третий лист – содержание (форма 2, рис. 2.1). Четвертый и последующие листы – выполнение трех заданий (форма 2а, рис 2.2).

Графическая часть курсовой работы состоит из двух листов формата А2. Чертежи выполняются на ватмане или бумаге карандашом или распечаткой на принтере: 1-й лист – характеристика технологического процесса; 2-й лист – схема технологической планировки зоны ТО. Примеры оформления графической части представлены в прил. 6, 7.

На первом листе графической части необходимо привести в графической форме или в виде диаграмм информацию о разработанном технологическом процессе. Например, можно показать долю работ по месту выполнения, количество технологических операций в каждой группе работ, трудоемкость каждой группы работ по техническому обслуживанию и т.п. Обязательно необходимо кратко описать конструктивные особенности автомобиля. На втором листе графической части разрабатывается схема технологической планировки зоны технического обслуживания. Схематично изображаются посты, расставляется технологическое оборудование. Перечень оборудования указывается в экспликации к чертежу.

Текст пояснительной записки и чертежи курсовой работы оформляются в соответствии с требованиями ЕСКД и стандарта предприятия. Общие правила оформления изложены в методических указаниях. Общие требования к оформлению курсовых и дипломных проектов (работ) / Г. А. Евдокимова [и др.]; НГАУ. Инженер. ин-т. – Новосибирск, 2010.

				<i>ЭМ КР. 23 00 00 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>					<i>Технологические процессы</i>		
<i>Проб.</i>							
<i>Нконтр.</i>					<i>ТО и ремонта ТуТМО</i>		
<i>Утв.</i>							
					<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
						3	
					<i>НГАУ</i>		

Рис. 2.1. Основная надпись для 3-го листа пояснительной записки

					<i>ЭМ КР. 23 00 00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		

Рис. 2.2. Основная надпись для 4-го и последующих листов пояснительной записки

Во всех основных надписях курсовой работы необходимо про-
ставить шифр, который соответствует порядковому номеру сту-
дента в списке группы. Пример: ЭМ КР 23 00 00 ПЗ, где ЭМ – ка-
федра эксплуатации машинно-тракторного парка, КР – курсовая
работа, 23 – вариант задания курсовой работы (соответствует по-
рядковому номеру студента в списке группы), ПЗ – для основных
надписей пояснительной записки. Для листов графической части
шифры будут следующие: для 1-го листа – ЭМ КР 23 00 01 Д1,
для 2-го листа – ЭМ КР 23 00 02 Д2.

Исходные данные

Задание на курсовую работу выдается преподавателем в на-
чале семестра по индивидуальному варианту. Для выдачи зада-
ния студент должен распечатать бланк задания (см. прил. 5), за-
полнить его и подписать у преподавателя. В дальнейшем бланк
задания прикладывается вторым листом в пояснительную запис-
ку. Без бланка задания с подписью преподавателя курсовая работа
к проверке и защите не принимается.

Цель курсовой работы заключается в разработке операцион-
ной технологической карты выполнения какого-либо вида тех-
нического обслуживания автомобиля, обосновании метода вы-
полнения ТО, распределении всего объема работ по конкретным
постам и исполнителям и расстановке технологического оборудо-
вания в пределах производственной зоны.

Исходными данными для выполнения курсовой работы слу-
жит следующая информация:

- суточная производственная программа (задается препода-
вателем);
- марка автомобиля или автобуса (выбирается из табл. 2.1);
- вид выполняемого ТО или ремонта (выбирается из
табл. 2.1);

– технические условия на сборку, регулировку, испытания, контроль и приемку изделия (выбирается из руководства по ТО, справочников, литературы);

– сведения о применяемом оборудовании и инструменте (выбирается передовое технологическое оборудование для проведения ТО и ремонта автомобилей);

– масса автомобиля для выбора подъемно-транспортных средств;

Часть исходных данных выдается преподавателем и заносится в бланк задания, остальная информация находится студентом самостоятельно в литературных источниках. На основании исходных данных студент приступает к выполнению курсовой работы.

Вариант курсовой работы определяется порядковым номером студента в группе. Название курсовой работе должно даваться с учетом выбранной марки автомобиля или автобуса и вида разрабатываемого технологического процесса. Например: Разработка технологического процесса технического обслуживания № 1 автомобиля КАМАЗ-4308. Тема курсовой работы указывается на титульном листе пояснительной записки.

Таблица 2.1

Исходные данные по вариантам

№ варианта	Марка автомобиля	Тип автомобиля	Вид технологического процесса	
			очное	заочное
1	КАМАЗ-4308	Бортовой	ТО-1	ТО-2
2	ВАЗ-2190 (Гранта)	Легковой	ТО-2	ТО-1
3	ЗИЛ-431810	Бортовой	ТО-1	ТО-2
4	НЕФАЗ-52996	Автобус	ТО-2	ТО-1
5	МАЗ-5429	Сед. тягач	ТО-1	ТО-2
6	УАЗ-315195 (Хантер)	Легковой	ТО-2	ТО-1
7	ВАЗ-1117 (Калина)	Легковой	ТО-1	ТО-2
8	КАМАЗ-5320	Бортовой	ТО-2	ТО-1
9	ЛиАЗ-525646	Автобус	ТО-1	ТО-2

Окончание табл. 2.1

10	ЗИЛ-433110	Бортовой	ТО-2	ТО-1
11	ВАЗ-2170 (Приора)	Легковой	ТО-1	ТО-2
12	КАМАЗ-4326	Бортовой	ТО-2	ТО-1
13	МАЗ-6501	Самосвал	ТО-1	ТО-2
14	НЕФАЗ-5 299–1032	Автобус	ТО-2	ТО-1
15	ПАЗ-3204	Автобус	ТО-1	ТО-2
16	ЗИЛ-5301 СС	Фургон	ТО-2	ТО-1
17	МАЗ-5440 А9	Сед. тягач	ТО-1	ТО-2
18	ПАЗ-3237	Автобус	ТО-2	ТО-1
19	УАЗ-39625	Микроав- тобус	ТО-1	ТО-2
20	ГАЗ-33027	Бортовой	ТО-2	ТО-1
21	КАМАЗ-6522	Самосвал	ТО-1	ТО-2
22	ВАЗ-2114	Легковой	ТО-2	ТО-1
23	ИЖ-271501	Фургон	ТО-1	ТО-2
24	КАМАЗ-65116	Сед. тягач	ТО-2	ТО-1
25	УАЗ-3163 (Патриот)	Легковой	ТО-1	ТО-2
26	ГАЗ-33022	Фургон	ТО-2	ТО-1
27	КАМАЗ-45397	Самосвал	ТО-1	ТО-2
28	ЗИЛ-432720	Бортовой	ТО-2	ТО-1
29	УАЗ-3303	Бортовой	ТО-1	ТО-2
30	КАМАЗ-55111	Самосвал	ТО-2	ТО-1

РАЗРАБОТКА ОПЕРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ

Общая характеристика и конструктивные особенности подвижного состава

На разработку технологического процесса ТО оказывают влияние многие факторы, характеризующие в первую очередь

конструкцию автомобиля. От особенностей конструкции автомобиля или автобуса зависит перечень работ по техническому обслуживанию и потребность в технологическом оборудовании. Поэтому по заданной марке автомобиля необходимо кратко описать конструктивные особенности.

Для бортовых грузовых автомобилей и седельных тягачей:

- марка;
- колесная формула;
- масса перевозимого груза, кг;
- марка двигателя;
- мощность двигателя, кВт;
- база, мм;
- колея передних и задних колес, мм;
- дорожный просвет, мм;
- расход топлива на 100 км, л;
- габаритные размеры, мм;
- изготовитель.

Для самосвалов:

- марка;
- колесная формула;
- масса перевозимого груза, кг;
- марка двигателя;
- мощность двигателя, кВт;
- объем кузова, м³;
- направление разгрузки;
- база, мм;
- колея передних и задних колес, мм;
- дорожный просвет, мм;
- расход топлива на 100 км, л;
- габаритные размеры, мм;
- изготовитель.

Для фургонов:

- марка;
- колесная формула;
- масса перевозимого груза, кг;
- марка двигателя;

- мощность двигателя, кВт;
- вместимость кузова, м^3 ;
- база, мм;
- габаритные размеры, мм;
- изготовитель.

Для автобусов и легковых автомобилей:

- марка;
- колесная формула;
- число посадочных мест;
- марка двигателя;
- мощность двигателя, кВт;
- база, мм;
- колея передних и задних колес, мм;
- дорожный просвет, мм;
- расход топлива на 100 км, л;
- габаритные размеры, мм;
- изготовитель.

Кроме того, необходимо привести чертеж автомобиля с обозначением габаритов (рис. 2.3).

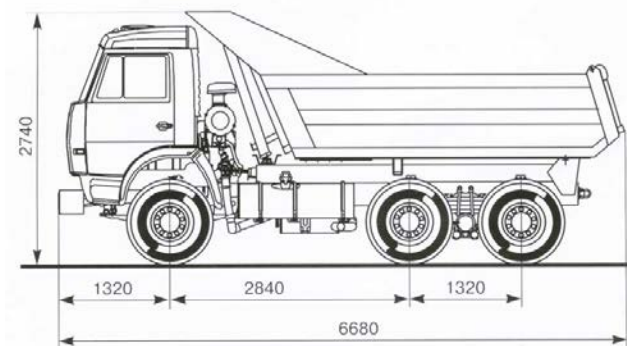


Рис. 2.3. Общий вид автомобиля КАМАЗ-65115

Для подробного изучения конструкции автомобиля необходимо изложить конструктивные особенности в следующем порядке:

1. Конструктивные особенности двигателя (тип двигателя, литраж, расположение двигателя, число цилиндров, расположе-

ние распределителей, тип привода механизма газораспределения, объем системы смазки и т.п.).

2. Конструктивные особенности трансмиссии (тип трансмиссии, число ведущих колес, наличие раздаточной коробки, число передач КПП, объем картера КПП и главной передачи и т.п.).

3. Конструктивные особенности ходовой части и рулевого управления (тип подвески, размер шин и дисков, наличие гидроусилителя рулевого управления, тип рулевого управления и т.п.).

4. Конструктивные особенности тормозной системы (тип тормозной системы, конструкция тормозов, количество контуров и т.п.).

Составление плана проведения работ

Техническое обслуживание автомобилей включает в себя большое количество технологических операций. В зависимости от вида обслуживания их объединяют в группы. Различают уборочно-моечные, контрольно-диагностические, регулировочные, крепежные, электротехнические, работы по системе питания двигателя, смазочные, шинные, контрольные работы после ТО.

Ежедневное обслуживание включает в себя следующие группы работ:

1. Контрольно-диагностические.
2. Смазочно-заправочные.
3. Уборочно-моечные.

Техническое обслуживание № 1 включает в себя следующие группы работ:

1. Контрольно-диагностические.
2. Регулировочные.
3. Крепежные.
4. Смазочно-заправочные.
5. Электротехнические.
6. Работы по системе питания двигателя.
7. Шинные.
8. Контрольные работы после ТО-1.

Техническое обслуживание № 2 включает в себя следующие группы работ:

1. Контрольно-диагностические.
2. Регулировочные.
3. Крепежные.
4. Смазочно-заправочные.
5. Электротехнические.
6. Работы по системе питания двигателя.
7. Шинные.
8. Кузовные.
9. Контрольные работы после ТО-2.

Содержание групп работ по техническому обслуживанию зависит от конструктивных особенностей автомобиля и прописано в руководстве по эксплуатации. Однако для современных марок автомобилей поиск такой информации связан с определенными трудностями, так как завод-изготовитель рекомендует проводить обслуживание у официальных дилеров. При обслуживании автомобилей на собственной базе необходимо использовать рекомендации Положения о ТО и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. Положение устанавливает общий перечень работ по выполнению ТО, перечень дополнительных работ по обслуживанию автомобилей-самосвалов и седельных тягачей, специфические работы по автобусам и легковым автомобилям. Примерный перечень работ по техническому обслуживанию автомобилей представлен в прил. 8 [5]. Перечень работ также можно определить на основании типовой технологии технического обслуживания автомобилей, изложенной в технической литературе.

В данном разделе студенту необходимо составить перечень работ по техническому обслуживанию того вида автомобиля, который указан в задании на курсовую работу. Если в условии задано ТО-2, то необходимо составлять перечень работ без учета операций ТО-1, которые должны входить в каждое ТО-2. Перечень работ из прил. 8 необходимо дополнить специфическими работами, характерными для заданной марки автомобиля или автобуса. Количество операций в перечне должно составлять примерно 40–60. Перечень работ оформляется в виде списка со сплошной нумерацией, например:

Контрольно-диагностические работы:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

Регулировочные работы

7. _____
8. _____

и т. д.

Расчет трудоемкости отдельных видов работ по ТО автомобилей

Определение трудоемкости выполнения технологических операций технического обслуживания является важным этапом разработки технологического процесса.

Вначале необходимо установить нормативную трудоемкость проведения технического обслуживания. Примерные трудоемкости технического обслуживания автомобилей и автобусов из положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта представлены в табл. 2.2 [3, 5].

Таблица 2.2

Примерные трудоемкости ТО автомобилей

Подвижной состав	Вид обслуживания	
	ТО-1	ТО-2
1	2	3
Легковой автомобиль малого класса (рабочий объем двигателя от 1,2 до 1,8 л, сухая масса автомобиля от 850 до 1150 кг)	2,3–2,6	9,2–10,2
Легковой автомобиль среднего класса (рабочий объем двигателя от 1,8 до 3,5 л, сухая масса автомобиля от 1150 до 1500 кг)	2,5–2,9	10,5–11,7
Автобус особо малого класса (длина до 5,0 м)	4,0	15,0
Автобус малого класса (длина 6,0–7,5 м)	5,5	18,0
Автобус среднего класса (длина 8,0–9,5 м)	5,8–6,6	24,0–25,8

Окончание табл. 2.2

1	2	3
Автобус большого класса (длина 10,5–12,0 м)	7,5–7,9	31,5–32,7
Грузовой автомобиль (грузоподъемность от 0,3 до 1,0 т)	2,2	7,2
Грузовой автомобиль (грузоподъемность от 1,0 до 3,0 т)	1,4–2,9	7,6–10,8
Грузовой автомобиль (грузоподъемность от 3,0 до 5,0 т)	2,2–2,6	9,1–10,3
Грузовой автомобиль (грузоподъемность от 5,0 до 8,0 т)	2,7–3,8	10,8–16,5

В табл. 2.3 представлено примерное распределение затрат времени на выполнение работ ТО в процентах от общего объема [7]. Используя данные таблицы 2.3 можно определить трудоемкость отдельных групп работ по техническому обслуживанию. При этом необходимо учитывать, что в сумме доля отдельных работ должна составлять 100%. Допускается корректировка видов работ с учетом конструктивных особенностей автомобиля.

Результаты расчетов трудоемкости отдельных видов работ по техническому обслуживанию свести в табл. 2.4.

Таблица 2.3

**Распределение трудовых затрат на ТО-1 и ТО-2
автомобилей и автобусов по видам работ, %**

Вид работы	Легковые автомобили		Автобусы		Грузовые автомобили	
	ТО-1	ТО-2	ТО-1	ТО-2	ТО-1	ТО-2
Контрольно-диагностические	12–16	10–12	5–9	5–7	8–10	6–10
Регулировочные	9–11	9–11	8–10	7–9	10–12	17–19
Крепежные	40–48	36–40	44–52	46–52	32–38	33–37
Смазочно-заправочные	17–21	9–11	19–21	9–11	16–26	14–18
Электротехнические	4–6	6–8	4–6	6–8	10–13	8–12
По обслуживанию системы питания	2,5–3,5	2–3	2,5–3,5	2–3	3–6	7–14
Шинные	4–6	1–2	3,5–4,5	7–9	7–9	9–3
Кузовные	–	18–22	–	15–17	–	–
Итого	100	100	100	100	100	100

Таблица 2.4

**Распределение трудоемкости ТО № ____ автомобиля _____
по видам работ**

Вид работы	Трудоемкость, чел.-ч
Контрольно-диагностические	
Регулировочные	
Крепежные	
Смазочно-заправочные	
Электротехнические	
По обслуживанию системы питания	
Шинные	
Кузовные	
Итого	

Разработка операционной технологической карты

Для разработки операционной технологической карты следует установить полный перечень работ по данной группе операций, рациональную последовательность выполнения работ, место выполнения операции, количество мест или точек обслуживания, трудоемкость отдельных технологических операций, марки необходимых приборов и инструментов. Особое внимание необходимо уделить техническим требованиям и указаниям. В случае выполнения регулировочных, крепежных и других работ необходимо указать номинальные значения зазоров, люфтов, углов установки, моментов затяжки и т. п.

При техническом обслуживании различают три места выполнения работ: сверху (около 60 %), сбоку (около 10 %) и снизу (около 30 %). Обслуживание сверху подразумевает выполнение работ в подкапотном пространстве. Сбоку производится обслуживание элементов ходовой части, кузовных элементов и колес. Снизу обслуживаются агрегаты и детали рулевого управления, трансмиссии и ходовой части.

Определение трудоемкости отдельных технологических операций необходимо осуществлять на основании данных табл. 2.4, т.е. если трудоемкость смазочных работ составляет 0,8 чел.-ч, то суммарная трудоемкость всех смазочных операций тоже должна составлять 0,8 чел.-ч. Распределение трудоемкости внутри группы

Таблица 2.5

Пример оформления операционной технологической карты

Технологическая карта № 1 автомобиля ЗИЛ-433110 (фрагмент). Общая трудоемкость – 162,0 чел.-мин (2,7 чел.-ч).
 Дополнительная трудоемкость по обслуживанию: автомобиль-тягача – 7,7 чел.-мин, автомобиль-самосвала – 32,0 чел.-мин)

№ выполняемых работ	Наименование и содержание работ	Место выполнения работ	Кол-во мест или точек обслуживания	Трудоемкость, чел.-мин	Приборы, инструмент, приспособления, модели, тип	Технические требования и указания
Общий осмотр. Трудоемкость – 8,40 чел.-мин						
1	Осмотрите автомобиль и проверьте при этом состояние и исправность платформы, кабины, стекол, оперения и окраски	Сверху	–	2,50	–	Детали грузовой платформы не должны иметь сколов и трещин. На кабине не должно быть вмятин. Вентиляционные люки должны плотно закрываться. Стекла кабины, фар, подфарников, заднего фонаря и указателя поворотов должны быть целыми
2	Проверьте состояние и исправность замков дверей кабины, запоров бортов и платформ, номерных знаков и держателей зеркал заднего вида	Сверху	4	1,40	–	Замки дверей кабины, запоры бортов платформы и держатели зеркал заднего вида должны быть исправны. Состояние номерных знаков должно отвечать требованиям Правил дорожного движения
3	При необходимости закрепите номерные знаки, замки дверей кабины, запоры бортов платформы и держатели зеркал заднего вида	Сверху	10	1,40	Ключи гаечные 10,12,17 мм, отвертка 8 мм	–

смазочных работ необходимо производить ориентировочно или на основании типовых норм времени на выполнение операций технического обслуживания.

Для выполнения технологических операций необходимо выбрать современное высокопроизводительное оборудование. В технической литературе существуют также перечни типового технологического оборудования для ТО автомобилей.

Разработанный технологический процесс необходимо оформить в виде операционной технологической карты. Пример оформления операционной технологической карты приведен в табл. 2.5.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗОНЫ ТО АВТОМОБИЛЕЙ

Выбор метода организации технического обслуживания

Для организации технологического процесса ТО и ТР в АТП следует располагать следующей информацией:

- перечень и трудоемкость работ данного вида воздействия;
- тип подвижного состава;
- сменная (суточная) программа по ТО данного вида.
- расчетное число постов;
- режим работы автомобилей на линии.

Перечень и нормативы трудоемкости работ каждого вида воздействия регламентируются Положением о ТО и ремонте ПС на АТП. И были определены выше.

Тип подвижного состава определяется заданием.

Суточная программа находится отношением числа определенного вида воздействия за год по парку к числу дней работы зоны ТО в году и указана в задании.

Число постов проектируемой зоны указано в задании.

На основании имеющейся информации необходимо определиться с методом организации технологического процесса.

В зависимости от числа постов, между которыми распределяется комплекс работ данного вида обслуживания, различают два метода организации работ [8, 9, 10]:

1. Метод технического обслуживания автомобилей на универсальных постах. Этот метод заключается в выполнении

всех работ данного вида ТО (кроме уборочно-моечных) на одном посту группой исполнителей, состоящей из рабочих всех специальностей (слесарей, смазчиков, электриков) или рабочих-универсалов.

2. Метод технического обслуживания на специализированных постах. Этот метод заключается в разделении всего объема работ данного вида ТО на части и распределении его по нескольким постам. Данный метод подразделяется на 2 подвида: поточный и операционно-постовой. При поточном методе специализированные посты чаще всего располагают последовательно по прямой линии. При операционно-постовом методе посты располагаются параллельно. При выборе метода технического обслуживания необходимо учитывать существующие ограничения.

Предпочтение **методу ТО на универсальных постах** отдается в следующих случаях:

- при малой производственной программе по данному виду обслуживания;
- обслуживание разнотипных автомобилей;
- различный режим работы автомобилей, не обеспечивающий бесперебойную работу поточной линии.

Метод ТО на специализированных постах выбирается в следующих случаях:

- наличие на предприятии большого количества однотипных автомобилей;
- при относительно коротком промежутке времени, отводимом на обслуживание (например, одна рабочая смена);
- при постоянных объеме и трудоемкости работ;
- минимальная программа ТО-1 в 11–13 обслуживаний в сутки, а ТО-2 – от трех и более обслуживаемых единиц;
- обслуживание автомобилей с большими габаритами.

Методика выполнения данного раздела заключается в следующем. На первом этапе студенту необходимо обосновать выбранный метод технического обслуживания, привести его краткую характеристику, перечислить достоинства и недостатки метода.

На втором этапе необходимо определиться с типом используемых постов для технического обслуживания.

Рабочий пост – это участок производственной площади, предназначенный для размещения автомобиля и включающий одно или несколько рабочих мест.

По количеству операций, выполняемых на посту, посты подразделяются на 4 вида [3,11,12].

Широкоуниверсальный пост – это пост, на котором могут выполняться все виды типовых работ технического обслуживания и ремонта. Такие посты организуются в производственных зонах АТП с небольшим парком автомобилей. На широкоуниверсальных постах выполняются все виды работ по ТО и ТР автомобилей.

Универсальный пост – это пост, на котором возможно выполнение нескольких видов типовых работ технического обслуживания или ремонта автомобилей. Как правило, универсальные посты ТО и ремонта организуются в сравнительно небольших эксплуатационных или ремонтных предприятиях. На универсальных постах можно выполнять все операции по ТО автомобилей и большинство работ ТР.

Специализированный пост – это пост, на котором реализуется типовой технологический процесс определенного вида. Такие посты организуются на производственно-технической базе ТО и ремонта, обслуживающей большой парк автомобилей.

Примерами специализированных постов при ТО являются пост смазки, пост ТО-2, пост диагностики и т. п., а при ТР – разборочно-сборочные посты, посты сварочные, посты жестянические и т. д.

Специальный пост – это пост, организованный для особых технологических процессов, специфических работ или подвижного состава.

Примерами специальных постов служат пост для санитарной обработки кузова, пост для измерения объема цистерн, применение балконов для ТО и ТР автомобилей особо большой грузоподъемности.

В зависимости от способа постановки автомобилей посты делятся на следующие виды:

- тупиковые;
- проездные;
- поточные.

Расположение постов в производственном корпусе показано на рис. 2.4.

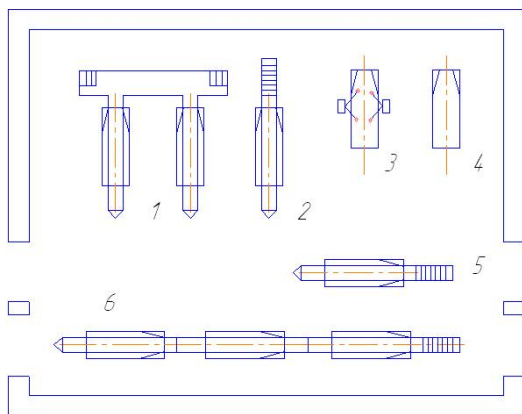


Рис. 2.4. Типы постов для ТО и ТР автомобилей:

1–4 тупиковые:

1 – на осмотровой канаве с траншеей; 2 – на осмотровой канаве без траншеи; 3 – с подъемником; 4 – напольный;
5 – проездной на осмотровой канаве; 6 – поточная линия

На третьем этапе необходимо рассчитать количество исполнителей на каждом из постов по формуле:

$$P_H = \frac{t_{\text{ТО}} m_{\text{ТО}}}{X_n T_{\text{см}} n_{\text{см}}}, \quad (2.1)$$

где $t_{\text{ТО}}$ – трудоемкость выполнения одного технического обслуживания заданного вида (задание 1), чел.-ч;

$m_{\text{ТО}}$ – суточная программа работ по техническому обслуживанию (исходные данные), обл./сут;

X_n – количество постов в зоне ТО, шт;

$T_{\text{см}}$ – время работы зоны технического обслуживания в сутки, ч;

$n_{\text{см}}$ – количество смен в сутки (принять $n_{\text{см}} = 1$), шт.

Распределение объемов работ по исполнителям и постам

Выбрав метод технического обслуживания и определив количество исполнителей на каждом посту, можно перейти к рас-

пределению всего объема работ технологической карты между исполнителями и постами.

Весь перечень работ по данному техническому обслуживанию из технологической карты необходимо объединить в несколько общих групп. Например:

- контрольно-диагностические;
- смазочно-заправочные;
- работы по обслуживанию трансмиссии;
- работы по обслуживанию рулевого управления и ходовой части;
- электротехнические работы;
- работы по обслуживанию тормозной системы;
- работы по обслуживанию двигателя и т.д.

Номера операций, трудоемкость по группе работ и необходимое оборудование занести в табл. 2.6.

Таблица 2.6

Перечень видов работ (пример оформления)

№ п/п	Группа работ по ТО	Номера операций согласно технологии	Трудоемкость, чел.-мин	Оборудование
1	Контрольно-диагностические	5, 6, 7	3,8	–
2	Смазочно-заправочные	74, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 1, 2, 4	26,7	Колонка маслораздаточная, емкость для слива масла, ванна для мойки фильтров, нагнетатель смазочный мод. 390М
3	Работы по обслуживанию трансмиссии	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33	28,9	Приспособление для проворачивания карданного вала, емкость с мыльной эмульсией

После этого необходимо определиться на каком посту, какие группы работ будут выполняться. Если проектируется поточная

линия, то при распределении работ необходимо учитывать условие поточности [13,14,15]:

$$\frac{t_o}{P_n} = t = const, \quad (2.2)$$

где t_o – объем работ по ТО, выполняемых на посту, чел.-ч;

P_n – число рабочих на посту, чел.;

t – продолжительность простоя автомобиля на посту, ч.

Для равномерной загрузки всех постов по возможности необходимо обеспечить одинаковую трудоемкость выполнения работ на каждом из постов. Если это не получается, можно изменить количество рабочих на посту.

Распределение групп работ по постам занести в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Распределение видов работ по постам (пример оформления)

№ поста	Группы работ по ТО	Суммарная трудоемкость, чел.-мин
1	1, 3, 4, 6	82,4
2	2, 5, 7	82,4

Распределение объема работ по исполнителям и местам выполнения представить в табл. 2.8. Распределение провести по каждому посту отдельно.

На основании данных таблиц 2.6–2.8 составить карту-схему закрепления работ по исполнителям поточной линии ТО (табл. 2.9).

Таблица 2.8

**Распределение объема работ по исполнителям поста № 1
(пример оформления)**

№ группы работ	Номера операций	Трудоемкость операций, чел.-мин	Трудоемкость операций по уровням выполнения, чел.-мин		
			сверху	в кабине	снизу
1	3	1,0	1,0	–	–
	5	0,9	0,9	–	–
	6	1,0	1,0	–	–
2	19	3,2	1,6	–	1,6
	20	0,7	–	–	0,7
	21	1,3	–	–	1,3
	22	0,8	–	–	0,8
	23	1,2	–	–	1,2

Таблица 2.9

**Карта-схема закрепления работ по исполнителям
(пример оформления)**

№ поста	Номер исполнителя	Трудоемкость выполнения работ, чел.-мин		Операции, выполняемые каждым исполнителем		
		на посту	исполнит.	по месту	Σt	номера операций
1	1	82,4	41,2	Снизу	41,2	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 40, 41, 42, 43, 44
	2		41,2	Снизу	2,6	35, 48
				В кабине	2,9	36, 45
				Сверху	35,7	3, 5, 6, 19, 37, 38, 54, 55, 56, 57, 58, 39. 41. 42. 44. 46

Разработка схемы технологической планировки зоны ТО

Прежде чем приступать к технологической планировке зоны технического обслуживания необходимо составить перечень оборудования, инструмента и технологической оснастки по каждому посту в отдельности. Перечень составляется на основании данных технологической карты и карты-схемы закрепления работ. Пример оформления перечня представлен в табл. 2.10.

Таблица 2.10

Перечень технологического оборудования

№ п/п	Наименование	Модель	Техническая характеристика	Кол-во
Оборудование поста № 1				
1	Тележка инструментальная с набором инструмента	70–7878–1004 ГО-СНИТИ	Передвижная, механическая. Габаритные размеры 660×450	1
2	Гайковерт пневматический реверсивный	ИП-3103	Передвижной. Габаритные размеры 212×76	2
3	Маслораздаточная колонка	ЦКТВ-3141	Габаритные размеры 1900×500	1

Исходными данными для разработки планировки зоны технического обслуживания являются:

- вид выполняемого технического обслуживания;
- количество постов;
- тип постов;
- метод организации технического обслуживания;
- перечень необходимого технологического оборудования, оснастки и инструмента.

При разработке планировки зоны допускается использование типовых планировок постов. Примеры типовых технологических планировок постов зоны технического обслуживания представлены на рис. 2.5–2.7 [6, 7].

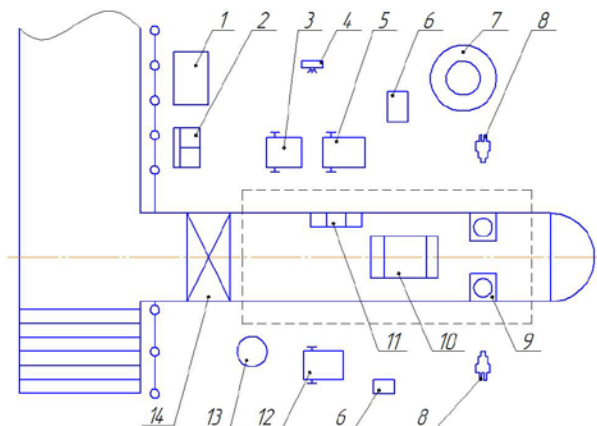


Рис. 2.5. Схема технологической планировки тупикового поста ТО-1:

- 1 – слесарный верстак; 2 – ларь для обтирочных материалов; 3 – тележка для транспортировки аккумуляторных батарей; 4 – трехфазная штепсельная розетка; 5 – передвижной пост слесаря-авторемонтника; 6 – воздухо-раздаточные автоматические колонки; 7 – стеллаж-вертушка для крепежных деталей; 8 – гайковерты для гаек колес; 9 – гидравлический передвижной подъемник; 10 – подставка под ноги для работы в осмотровой канаве; 11 – ящик для инструмента и крепежных деталей; 12 – передвижной пост электрика; 13 – установка для откоса отработавших газов; 14 – переходной мостик

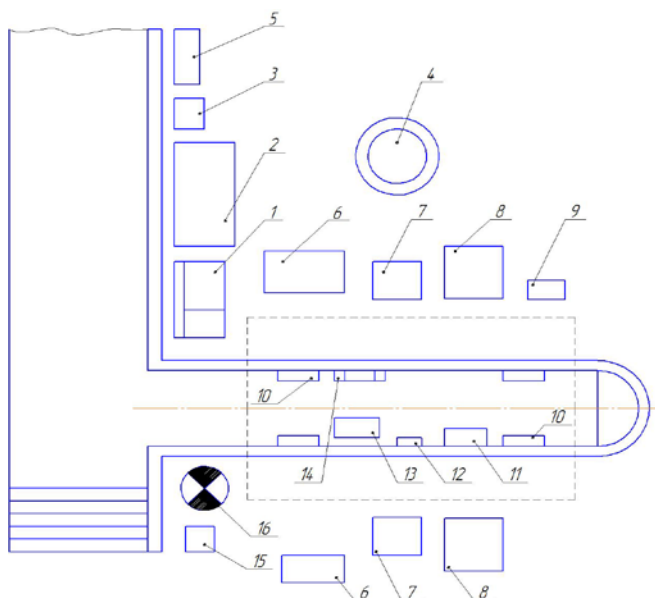


Рис. 2.6. Схема технологической планировки
тупикового поста ТО-2:

1 – ларь для обтирочных материалов; 2 – слесарный верстак; 3 – бак для тормозной жидкости; 4 – стеллаж-вертушка для крепежных деталей; 5 – тележка для транспортировки аккумуляторных батарей; 6 – пост электрика-карбюраторщика; 7 – пост слесаря-авторемонтника; 8 – тележка для снятия и установки колес; 9 – электрогайковерт для гаек колес грузовых автомобилей; 10 – подъемник канавный; 11 – установка для отсоса отработавших газов; 12 – электрогайковерт для гаек стремянок рессор (канавный); 13 – подставка при работе в осмотровой канаве; 14 – ящик для инструмента и крепежных деталей; 15 – маслораздаточный бак; 16 – воздухораздаточная колонка

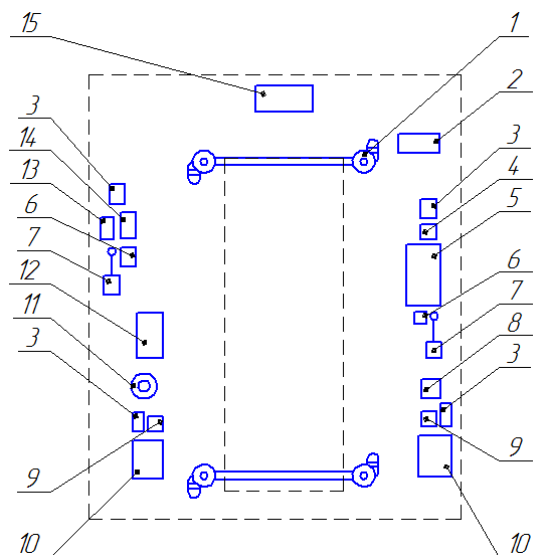


Рис. 2.7. Технологическая планировка поста зоны ТО-2, оборудованного подъемником:

1 – подъемник; 2 – тележка для снятия и установки колес; 3 – гайковерт для гаек колес; 4 – ванна для промывки тормозных колодок; 5 – вращающийся стеллаж; 6 – гайковерт для гаек стремянок; 7 – воздухоподдаточная автоматическая колонка; 8 – секционный шкаф; 9 – стол-тележка электрика; 10 – тележка для перевозки аккумуляторных батарей; 11 – ларь для обтирочных материалов; 12 – верстак с тисками; 13 – ящик для негодных деталей; 14 – передвижная подставка для выполнения работ сверху; 15 – канцелярский стол

Используя схемы технологической планировки постов необходимо разработать схему технологической планировки заданной зоны технического обслуживания автомобилей. Пример технологической планировки зоны ТО-2 представлен на рис. 2.8.

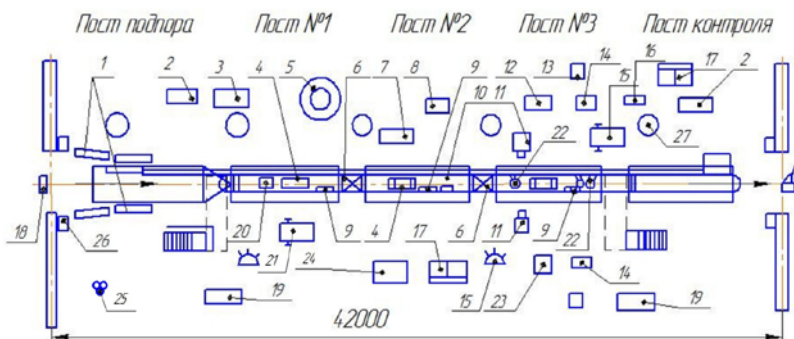


Рис. 2.8. Пример схемы технологической планировки зоны ТО-2 автомобилей (поточная линия):

1 – направляющие ролики; 2 – конторский стол; 3 – слесарный верстак; 4 – регулируемые подставки под ноги; 5 – стеллаж-вертушка для крепежных деталей; 6 – переходный мостик; 7 – передвижной мост электрика; 8 – тележка для транспортировки аккумуляторных батарей; 9 – ящик для инструмента и крепежных деталей; 10 – гидравлический передвижной подъемник; 11 – гайковерт для гаек колес; 12 – стол-ванна для промывки фильтров; 13 – воздушораздаточная автоматическая колонка; 14 – маслораздаточная колонка; 15 – передвижной пост смазчика заправщика; 16 – маслораздаточный бак; 17 – ларь для обтирочных материалов; 18 – механизм привода ворот; 19 – лари для отходов; 20 – гайковерт для гаек стремянок рессор; 21 – передвижной пост слесаря-авторемонтника; 22 – воронки для слива отработавших масел; 23 – передвижной нагнетатель смазки; 24 – установка для заправки трансмиссионным маслом; 25 – трехфазная штепсельная розетка; 26 – установка для тепловой завесы ворот; 27 – установка для отсоса отработавших газов

Выводы

В заключении необходимо сформулировать общие выводы по работе объемом до 1 страницы. В выводах нужно дать краткую характеристику разработанного технологического процесса, описать выбранный метод организации технического обслуживания, особенности технологической планировки зоны технического обслуживания и т.д.

Источники литературы, которые использовались при выполнении курсовой работы, перечисляются в списке литературы. В тексте пояснительной записки на каждый источник должна быть указана ссылка в квадратных скобках.

3. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Определение мощности дизельного двигателя бестормозными методами

Цель работы – изучить методы определения мощности дизельных двигателей в полевых условиях без применения специальных тормозных устройств.

Содержание работы. Изучить диагностические приборы и устройства, технологию диагностирования мощностных показателей двигателя. Определить эффективную мощность, неравномерность распределения мощности по цилиндрам и запас крутящего момента двигателя. Сравнить полученные значения с допускаемыми и сделать заключение о техническом состоянии дизеля.

Оборудование рабочего места: работающий дизель, приспособление для отключения цилиндров, емкость для сбора топлива, тахометр, дроссель-расходомер КИ-1097Б, прибор ИМД-ЦМ, малый набор инструментов.

Техника безопасности при выполнении лабораторной работы

1. Перед включением золотника распределителя дроссель-расходомер установить в положение «открыто». Запрещается включать подачу масла в дроссель при закрытом положении, когда стрелка-указатель и ноль лимба совпадают.

2. Запрещается проводить испытания при температуре масла гидросистемы выше 60 °С.

3. Индуктивный датчик устанавливать только на неработающем двигателе в присутствии учебного мастера с разрешения преподавателя. Соединять датчик с прибором при подключенном внешнем питании, т.е. только тогда, когда светятся лампы индикаторного табло.

4. Измерения прибором ИМД-ЦМ производить строго по технологическим схемам, приведенным на рис. 3.5–3.8. При этом

следует помнить, что при отклонении частоты вращения коленчатого вала двигателя от номинального значения необходимо настроить регулятор топливного насоса.

5. Установку преобразователя на ВОМ и снятие его должны выполнять при заглушенном двигателе.

6. При работающем ВОМ запрещается находиться в зоне преобразователя.

Общие сведения. Контроль технического состояния двигателей. Эффективная мощность и часовой расход топлива определяют производительность, экономичность и экологическую безопасность работы машинно-тракторных агрегатов. По мере использования двигатель, как и любая техническая система, теряет свои начальные свойства и по истечении определенного времени его основные показатели выходят за допустимые пределы.

При отсутствии контроля и восстановления работоспособности двигателя в условиях рядовой эксплуатации имеют в среднем заниженную на 17% мощность и завышенный на 16% расход топлива. Анализ результатов наблюдений показывает, что выход показателей работы двигателя за допустимые пределы наступает уже через 200–400 часов работы в зависимости от типа трактора и вида выполняемой работы. Дальнейшее использование двигателя без соответствующего обслуживания приводит его в режим форсированного износа и может привести к аварии. Между тем доказано, что при своевременном контроле и регулировках двигатель может работать с соблюдением требований экономичности 2500–4000 часов. Тем самым подчеркивается целесообразность и необходимость контроля мощности и расхода топлива.

Успешно поставив задачу, необходимо найти пути ее решения: каким должен быть скоростной режим, нагрузочный режим. Режим холостого хода может дать внешнее, качественное представление о состоянии двигателя: наличие стуков, вибрация, цвет и интенсивность отработавших газов и т.д. Более полная и достоверная информация может быть получена в условиях эксплуатационного режима использования – при выполнении технологического процесса. Однако непостоянство нагрузочного и скоростного режимов, отсутствие вообще или сложность реги-

стрирующей аппаратуры оставляют контроль эксплуатационной нагрузки на уровне желаемого.

Общепринято проводить испытания на тестовых (искусственно создаваемых) режимах, адекватных эксплуатационному при работе двигателя с максимальной мощностью. Сущность испытаний заключается в том, что двигатель переводится в режим максимальных значений мощности и расхода топлива с помощью специальных или штатных систем.

В зависимости от характера нагружения и скоростного режима испытания подразделяются:

- по нагрузочному режиму: тормозные (с применением внешних источников торможения), бестормозные (нагружение внутренним моментом механических потерь), комбинированные (сочетание тормозных и бестормозных способов);

- по скоростному режиму: на установившихся режимах работы; на неустановившихся режимах (свободный выбег).

Необходимость контроля технического состояния двигателя в условиях эксплуатации и невозможность решения этой задачи на основе тормозных испытаний из-за большой металлоемкости тормозных установок обусловили поиск новых, нетрадиционных методов. К их числу относится метод Н.С. Ждановского – ***бестормозные испытания на установившемся режиме работы двигателя***, сущность которого заключается в использовании в качестве источника нагрузки внутренних сил сопротивления (трение в цилиндропоршневой группе, кривошипно-шатунном и газораспределительном механизмах, привод основных и вспомогательных систем). При работе двигателя без внешней нагрузки индикаторный момент двигателя уравнивается моментом от сил внутреннего сопротивления. В зависимости от числа работающих цилиндров установившаяся частота вращения коленчатого вала будет изменяться от максимальной на холостом ходу при всех работающих цилиндрах до минимальной, равной $n_{zp} = 1$, при работе двигателя на одном цилиндре. Объясняется это тем, что при отключении цилиндров момент механических потерь всех цилиндров перераспределяется между рабочими, выступая теперь уже аналогично внешне-

му моменту сопротивления. В результате этого частота вращения коленчатого вала снижается.

При работе двигателя с полной подачей топлива на одном цилиндре индикаторный момент (M_i) на номинальной частоте вращения коленчатого вала меньше момента механических потерь (M_j), поэтому равновесный режим наступает при частоте меньшей, чем номинальная (рис. 3.1). Для двигателей данной марки нормального технического состояния частота принимается постоянной. Любое отклонение от этой частоты выше допустимых пределов означает техническую неисправность двигателя.

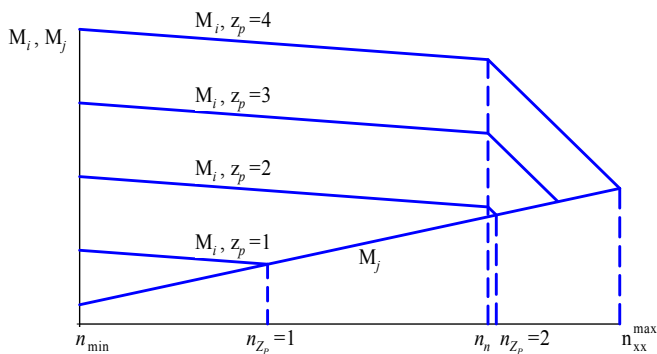


Рис. 3.1. Скоростные характеристики дизельного двигателя при различном числе работающих цилиндров

Эффективную мощность определяют расчетным путем [16]:

$$N_e^\Phi = N_e^H - K_1 \left(n_1^H - \bar{n}_1^\Phi \right), \quad (3.1)$$

где N_e^Φ — фактическое значение эффективной мощности двигателя;
 N_e^H — номинальное значение эффективной мощности двигателя данной марки;

K_1 — коэффициент пропорциональности;

n_1^H — номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя данной марки при работе на одном цилиндре;

$\bar{n}_1^\Phi$ — фактическая средняя частота вращения коленчатого вала двигателя при работе на одном цилиндре.

Фактический расход топлива двигателем определяют следующим образом:

$$G_{\tau}^{\Phi} = K_2 \sum G_{\tau_i}^{\Phi}, \quad (3.2)$$

где G_{τ}^{Φ} – фактический расход топлива двигателем;

K_2 – коэффициент пропорциональности, учитывающий характер изменения расхода топлива на корректорном участке скоростной характеристики двигателя;

$G_{\tau_i}^{\Phi}$ – фактический расход топлива при работе двигателя на каждом из цилиндров.

Оборудование, необходимое для проведения испытаний: тахометр (автономный или аттестованный штатный), измеритель расхода топлива (объемный или весовой), отключатели цилиндров с отводом топлива от неработающих цилиндров в расходомер топлива.

Основное достоинство способа – простота реализации, для проведения испытаний достаточно иметь тахометр. Однако невозможность обеспечения оптимального теплового режима при работе двигателя на холостом ходу ограничивает применение данного способа при пониженных температурах окружающего воздуха. В этих условиях в практике полевых испытаний применяют комбинированный (парциальный) способ испытаний двигателя.

Комбинированный (парциальный) способ испытаний.

Этот способ занимает промежуточное положение между тормозным и бестормозным. Сущность его сводится к следующему. Если у двигателя, работающего в режиме максимальных оборотов холостого хода, отключить часть цилиндров, то работающие будут загружены внутренним моментом механических потерь. Задавая количество работающих цилиндров, можно обеспечить такое положение, когда двигатель будет работать на регуляторном участке. А чтобы вывести на номинальный скоростной режим, необходим дополнительный момент внешнего сопротивления.

Количество одновременно работающих цилиндров и дополнительную мощность внешнего источника сопротивления определяют по формулам [17]:

$$Z_p = Z (1 - \eta_m); \quad (3.3)$$

$$N_g = N_e^{\text{н}} (\alpha + \eta_{\text{м}} - 1) / \eta_{\text{м}}, \quad (3.4)$$

где Z_p и Z – соответственно число работающих и общее число цилиндров двигателя;

N_g – дополнительная мощность внешнего источника сопротивления;

$N_e^{\text{н}}$ – номинальная мощность двигателя;

α – доля работающих цилиндров: $\alpha = Z_p / Z$;

$\eta_{\text{м}}$ – механический к.п.д. двигателя.

Например, при $\eta_{\text{м}} = 0,75$ соответствующие показатели будут иметь следующие значения (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Значения количества работающих цилиндров и дополнительной мощности в зависимости от общего числа цилиндров двигателя

Общее число цилиндров	Доля работающих цилиндров	Количество работающих цилиндров	Значение дополнительной мощности по отношению к номинальной
4	0,500	2	0,333
6	0,333	2	0,111
12	0,333	4	0,111

В качестве дополнительного источника сопротивления используют тормозные установки или гидросистему трактора.

Оборудование, необходимое для испытания с использованием гидросистемы трактора: отключатели цилиндров, расходомер топлива, тахометр автономный (если измерение угловой скорости от вала отбора мощности трактора) или штатный, дроссель-расходомер КИ-5473 ГОСНИТИ.

При использовании в качестве источника внешней нагрузки гидросистемы трактора контроль осуществляют в такой последовательности.

Устанавливают отключатели цилиндров, расходомер топлива, дроссель-расходомер на трубопроводы одного из выносных цилиндров. Рукоятку дроссель-расходомера устанавливают в положении «открыто». Запускают двигатель, прогревают его до номинального теплового режима. Устанавливают рычаг управления

работой выносного цилиндра в положение «подъем» или «опускание». Одновременно измеряют частоту вращения коленчатого вала двигателя (или вала отбора мощности) и увеличивают давление масла в магистрали выносного цилиндра.

При достижении номинальной частоты вращения коленчатого вала двигателя и ее стабилизации регистрируют показания манометра дроссель-расходомера и измеряют расход топлива. Длительность работы двигателя на данном режиме – не более одной минуты. После измерения на данной группе цилиндров переходят к аналогичным измерениям на следующей группе, предварительно снимая нагрузки с гидросистемы трактора.

По результатам полученных данных определяют расчетным путем значения основных показателей [17]:

$$N_e = \frac{P_t + a(P_1 + P_2)}{1000\eta} n^n = N_t + \frac{a(P_1 + P_2)}{1000\eta} \quad (3.5)$$

$$G_T = G_{T \text{ изм}} \cdot k, \text{ кг/ч}; \quad (3.6)$$

$$g_e = 1000 G_m / N_e, \text{ г/кВт} \cdot \text{ч}, \quad (3.7)$$

где N_t – соответственно показания дроссель-расходомера при работе на каждой из групп цилиндров (в данном случае рассматривается работа двигателя с двумя группами – четырехцилиндровый двигатель);

P_1, P_2 – соответственно показания манометра гидронагружателя при работе на каждой из пар цилиндров; кгс/см²;

a, k – коэффициенты пропорциональности;

$G_{T \text{ изм}}$ – часовой расход топлива двигателем, кг/час.

Несмотря на очевидную простоту реализации способом контроля на установившихся режимах работы двигателя присущ ряд серьезных недостатков: и в том и в другом случае за основу принято постоянство для данной марки двигателя момента механических потерь, большая трудоемкость контроля. Дальнейшим развитием бестормозных способов испытаний двигателей стал предложенный сотрудниками Сибирского филиала ВИМ способ оценки технического состояния двигателя при работе его в режиме свободного разгона. Свободный разгон – это процесс увеличения угловой скорости свободного от внешней нагрузки двигателя

от минимальной угловой скорости до максимальной на холостом ходу при резком увеличении подачи топлива до максимального значения. Сущность способа заключается в следующем.

При работе двигателя на минимальных оборотах индикаторный момент уравнивается моментом механических потерь [17]:

$$M_i = M_t. \quad (3.8)$$

При резком увеличении подачи топлива равновесие нарушается, т.к. индикаторный момент значительно превышает момент механических потерь. Избыток индикаторного момента реализуется на увеличение угловой скорости (разгон) двигателя. Уравнение движения двигателя имеет вид:

$$M_i - M_t = I \cdot \varepsilon_p = M_e, \quad (3.9)$$

где I – момент инерции вращающихся масс двигателя;

ε_p – угловое ускорение;

M_e – эффективный момент двигателя.

Эффективная мощность при вращательном движении определяется зависимостью:

$$N_e = M_e \cdot \omega, \quad (3.10)$$

где ω – угловая скорость коленчатого вала двигателя.

Для любого значения угловой скорости справедливо соотношение [17]:

$$N_e = I \cdot \varepsilon_p \cdot \omega. \quad (3.11)$$

Для двигателей данной марки величина момента инерции постоянна. Если измерение производится на номинальной угловой скорости, то ω_n тоже постоянна. Следовательно, для измерения мощности двигателя достаточно измерить ускорение свободного разгона и умножить его на постоянный коэффициент или сравнить с нормативным значением. К достоинствам способа относятся: неограниченный диапазон измерений, универсальность, комфортность, низкая трудоемкость. Все это обеспечило массовость серийного производства средств реализации: ИМД-2М, ИМД-Ц, Импульс-12 СиБИМЭ, АДТ-1.

Измерение мощности двигателей с применением прибора ИМД-Ц. Устройство измерительное ИМД-ЦМ (далее устройство) предназначено для технического диагностирования

наиболее распространенных марок тракторных двигателей, находящихся в эксплуатации в сельскохозяйственных предприятиях России.

Устройство при техническом диагностировании двигателей в комплекте с первичными преобразователями ПрП-2 и КИ-13341 позволяет измерять частоту вращения коленчатого вала двигателя, ускорение – эффективную мощность коленчатого вала двигателя, постоянное напряжение электрооборудования трактора.

Устройство используется в переносных и стационарных диагностических комплектах, а также в передвижных диагностических установках. Использование устройств в передвижных диагностических установках возможно с дополнительной амортизацией, снижающей механические нагрузки.

Перед эксплуатацией необходимо внимательно ознакомиться с техническим описанием прибора ИМД-ЦМ (рис. 3.2) и инструкцией по техническому диагностированию дизелей.

Диапазоны измерения частоты вращения коленчатого вала, углового ускорения, постоянного напряжения в нормальных условиях применения (температуре окружающего воздуха 20 ± 2 °С, относительной влажности окружающего воздуха 30–80 %, атмосферном давлении 84–106 КПа (630–795 мм Т. Ст.) напряжении питания $12 \pm 0,24$ В) приведены в табл. 3.2.

Амплитуда сигнала, поступающего на вход, может изменяться в пределах от 0,075 до 1 В.

Питание устройства осуществляется от внешнего источника постоянного тока, аккумулятора или гальванических батарей напряжением в пределах от 10,8 до 13,5 В, допустимая пульсация амплитудой – не более 100 мВ.

Потребление электрического тока должно быть не более 0,5 А.

Время установления рабочего режима – не более 10 мин.

Продолжительность непрерывной работы устройства – 8 ч.

Время перерыва до повторного включения – не менее 2 ч.

Рабочие условия эксплуатации устройства: температура окружающего воздуха – от -10 до $+40$ °С; относительная влажность воздуха – 90 % при температуре 30 °С; атмосферное давление – от 84 кПа (630 мм) до 106,7 кПа (800 мм рт. ст.).

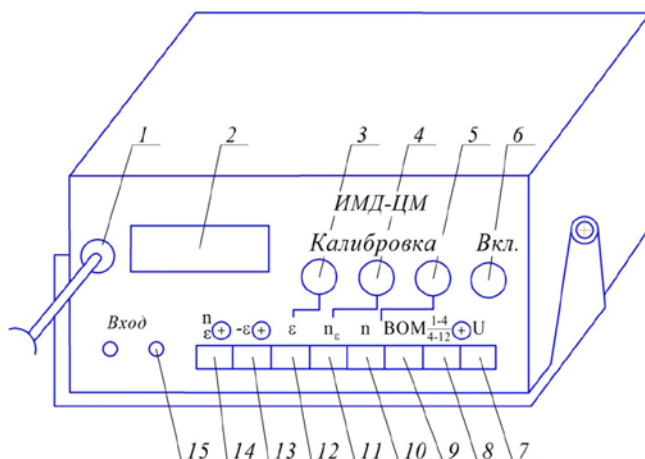


Рис. 3.2. Общий вид и органы управления ИМД-ЦМ:

1 – шнур питания; 2 – индикаторное табло; 3 – ручка установки «Калибровка ускорения»; 4 – ручка настройки «Калибровка уровня фиксации»; 5 – ручка установки «Калибровка по частоте вращения»; 6 – ручка «Вкл.» и регулировки времени индикации; 7 – клавиша «Измерение напряжения»; 8 – клавиша «Число цилиндров 1–4; 6–12»; 9 – клавиша «Работа от преобразователя КИ-13941 ГОСНИТИ «ВОМ»; 10 – клавиша «Калибровка частоты вращения»; 11 – клавиша «Калибровка уровня фиксации n_ϵ »; 12 – клавиша «Калибровка ускорения ϵ »; 13 – клавиша «Измерение отрицательного ускорения $-\epsilon$ »; 14 – клавиша «Измерение частоты вращения – ускорения $\frac{n}{\epsilon}$ »; 15 – гнезда «Вход»

Таблица 3.2

Диапазоны измерения параметров прибора ИВД-ЦМ

Наименование параметра, единица измерения	Условное обозначение	Диапазон измерения	Предел допускаемой погрешности, %
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	n	100–5000	$\pm 0,5 + (0,05-1)$
Частота вращения коленчатого вала в режиме «ВОМ», об/мин	ВОМ	100–5000	$\pm 1 + (0,1-1)$
Угловое ускорение, рад/с	E	30–305	$\pm 1 + (0,25-1)$
Угловое ускорение в режиме «ВОМ», рад/с ²	ВОМ	30–305	$\pm 2 + (0,5-1)$
Постоянное напряжение, В	u	5–30	$\pm 1,5 + (2-1)$

Предельные условия при транспортировке или хранении: температура от -50 до $+50$ °С; относительная влажность воздуха 100 % при температуре 25 °С; воздействие вибрации в диапазоне частот – от 10 до 70 Гц с максимальным ускорением 40 м/с^2 ; воздействие механических ударов с пиковым ударным ускорением до 50 м/с^2 с числом ударов от 10 до 50 в мин и длительностью импульса 6–12,5 мс при общем числе ударов в мин – 1000.

Наработка на отказ устройства – не менее 1000 ч. Срок службы – не менее 8 лет.

Габаритные размеры устройства – $207 \times 155 \times 83$ мм.

Масса устройства с первичными преобразователями ПрП-2 и КИ-13941 – не более 4 кг.

Преобразователь частоты вращения вала отбора мощности. Преобразователь КИ-13941 ГОСНИТИ вместе с устройством ИМД-ЦМ предназначен для измерения частоты вращения и ускорения коленчатого вала двигателей тракторов сельскохозяйственного назначения (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Основные параметры и характеристики преобразователя

Показатель	Норма
Тип	Переносной
Диапазон преобразования частот вращения, с^{-1} (об/мин)	$1,67 \times 41,67$ (100 + 2500)
Число импульсов на 1 оборот вала отбора мощности (в комплекте с индуктивным преобразователем ПрП-2), шт.	80
Амплитудная модуляция сигнала при работе с первичным преобразователем ПрП-2, не более, %	30
Масса, не более, кг	1,9
Габаритные размеры, не более, мм	$145 \times 140 \times 80$
Срок службы, не менее, лет	8

Преобразователь состоит из корпуса, втулки на подшипнике качения и закрепленного на втулке зубчатого колеса. К корпусу прикреплен втулка с резьбовым отверстием для крепления индуктивного измерительного преобразователя от ИМД-ЦМ.

Принцип работы преобразователя. Втулка преобразователя получает вращение от вала отбора мощности трактора

(ВОМ) и приводит в движение зубчатое колесо, находящееся на втулке. Корпус преобразователя зафиксирован относительно ВОМ. При вращении индуктивный измерительный преобразователь от ИМД-ЦМ получает от зубьев импульсы, характеризующие угловые перемещения ВОМ трактора.

Расконсервировать преобразователь и присоединить его к ВОМ (рис. 3.3), добиваясь попадания загиба втулки в паз шлицов ВОМ и совмещения пальца фиксатора с круговой канавкой ВОМ. Надеть кольцо цепочки 5 на индуктивный преобразователь ИВД-ЦМ (поз. 2). Вернуть индуктивный преобразователь ИМД-ЦМ в отверстие преобразователя до упора. В целях фиксации корпуса преобразователя от поворота накинуть цепочку на ближайший выступающий предмет трактора и зафиксировать крючком в конце цепочки (положение преобразователя см. по рис. 3.3). Подключить соединительный кабель преобразователя к ИМД-ЦМ. Запустить двигатель. Включить ВОМ и провести измерения согласно инструкции по эксплуатации ИМД-ЦМ.

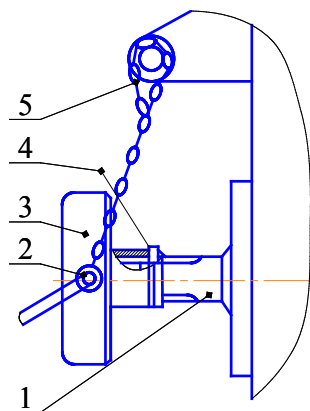


Рис. 3.3. Схема подключения преобразователя КИ-13941 ГОСНИТИ к ВОМ:

1 – ВОМ трактора; 2 – индивидуальный преобразователь ПрП-2 (входит в комплект ИМД-ЦМ); 3 – преобразователь частоты вращения ВОМ КИ-13941; 4 – фиксатор, закрепляющий преобразователь на валу; 5 – цепочка, исключающая вращение корпуса преобразователя

У тракторов марки К-700 и К-701 преобразователь КИ-13941 ГОСНИТИ присоединить к выходному фланцу коробки передач через специально изготавливаемый переходник, используя болты М 16×30 с гайками М16.

Чертежи для изготовления переходника имеются в паспорте преобразователя частоты вращения.

Прибор ИМД-ЦМ отличается от ранее выпускаемых большей надежностью, простотой в изготовлении и наладке, а также меньшей стоимостью. Им измеряют частоты вращения коленчатого вала двигателя, роторов турбокомпрессора и реактивной масляной центрифуги и других валов тракторов и комбайнов, ускорение разгона и выбега коленчатого вала, крутящий момент и момент механических потерь двигателя во всех точках его скоростной характеристики, эффективную мощность двигателя и мощность механических потерь на номинальной частоте вращения коленчатого вала.

Прибор питается от аккумуляторной батареи трактора или комбайна (напряжение $12 \text{ В} \pm 10\%$).

Параметры, характеризующие техническое состояние, высвечиваются на цифровом табло прибора. Если индикаторные лампы не светятся, нужно поменять местами штекеры шнура питания. Сигнализатором нормального напряжения является отсутствие запятых в крайних индикаторах цифрового табло. Прибор может работать и как вольтметр.

При работе с преобразователем КИ-13941 клавиша «ВОМ» на передней панели ИМД-ЦМ должна быть в нажатом положении при всех калибровках и измерениях.

Последовательность диагностирования дизелей тракторов с применением устройства измерительного ИМД-ЦМ ведется в соответствии со структурной диагностической схемой (рис. 3.4). При этом диагностирование предусматривает контроль энергетических показателей, сравнение полученных значений с эталонными и при выходе измеренных значений за пределы допустимых – поиск неисправностей как с помощью устройства ИМД-ЦМ, так и с использованием диагностических средств, входящих в комплекты КИ-13924 ГОСНИТИ и КИ-5308А ГОСНИТИ. Для этого в инструкции по эксплуатации устройства имеются соответствующие технологические карты и справочные таблицы.

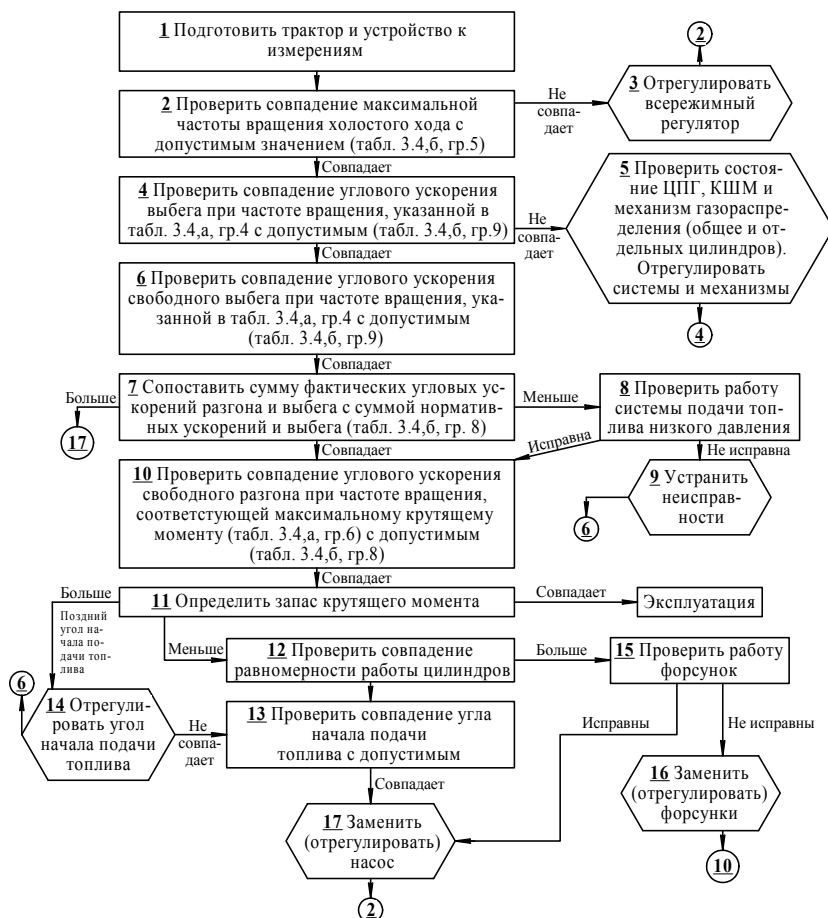


Рис. 3.4. Схема диагностирования дизеля с помощью прибора ИМД-ЦМ

Чтение технологических схем и корректировка результатов измерений. Последовательность выполнения измерений упрощенно можно изобразить в виде схем (сетевых графиков), представляющих собой последовательность переключения клавишей управления прибором, вращения ручек потенциометров и установления соответствующих параметров элементов электронной схемы, требуемых режимов измерений и работы двигателя, сня-

тия с цифрового табло показаний и сравнения этих показаний с табличными значениями или графическими характеристиками (рис. 3.5, 3.6).

При изображении схем измерений в виде сетевых графиков приняты следующие обозначения:

↓ – нажать; ↑ – отжать;

☞ – вращать ручку соответствующего потенциометра для калибровки частоты вращения для данной марки двигателя;

□ – клавиша переключателя вида работ (внутри этого символа указывается вид работы, например, ε – измерение ускорения разгона, n – измерение частоты вращения и др.);

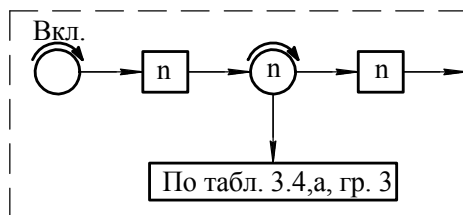


Рис. 3.5. Изображение схемы измерения в виде сетевого графика

□ – внутри символа указывается вид работы (установить режим, снять показания, прочесть, сравнить, определить значения параметров по соответствующей таблице);

⋮ – выполнить операции по калибровке.

Таким образом, запись следует читать: по калибровке выполнять следующие работы:

☞ – вращая ручку «Вкл.» по часовой стрелке, включить питание;

□ n – нажать клавишу частоты вращения;

☞ – вращая ручку потенциометра, управляющего калибровкой частоты вращения, установить на цифровом табло прибора калибровочное значение для данной марки двигателя;

□ n – отжать клавишу частоты вращения.

Таблица 3.4, а

Калибровочные значения ИМД-Ц

Трактор	Дизель	Калибровочное значение по частоте вращения, об/мин	Значение частоты вращения, на которую настраивается прибор при изменении ускорения, об/мин		Калибровочное значение по частоте вращения при использовании датчика КИ-13941, об/мин
			в области номинальной частоты вращения	в области максимального крутящего момента	
К-701	ЯМЗ-240Б	1630	1800	1300	—
К-700А	ЯМЗ-238НБ	1630	1600	1300	—
К-700	ЯМЗ-238НБ	1630	1600	1300	—
Т-150К	СМД-62	1637	2000	1650	1172
ДТ-75М	А-41	1802	1650	1200	1857
МТЗ-80 (82)	ДТ-240	1302	2100	1550	1265
МТЗ-80Л (82Л)	Д-240Л	1562	2100	1550	1265
ЮМЗ-6Л	Д-651Н	1420	1650	1200	1840
Т-4А	А-01М	1704	1600	1200	1840
Т-40М	Д-144	1387	1900	1400	1934

Примечание. Калибровочное значение по ускорению равно 327,2.

Таблица 3.4, б

Справочные данные и эталонные значения ускорений

Трактор	Дизель	Номинальная мощность дизе- лей N_e , кВт	Номинальная частота враще- ния n_H , об/мин	Максимальная частота враще- ния холостого хода n_X , об/мин	Частота вращения при макси- мальном крутящем моменте, об/мин	Эталонные значения угловых ускорений, c^{-2}			Запас крутящего момента, K
						Свободного ускорения		Выбега в области номинальной частоты вращения E_H	
						в области номи- нальной частоты вращения E_p	в области макси- мального крутяще- го момента E		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
К-701	ШЗ-204Е	$198,6^{+13,9}_{-10,2}$	1900 ± 40	2050^{+50}	1300	273^{+19}_{-14}	326^{+22}_{-16}	96 ± 24	1,19
К-701М	ЯМЗ-8423	220^{+15}_{-11}	1900	2150^{+50}	1500-1700	193^{+14}_{-10}	215^{+15}_{-11}	84 ± 20	1,11
К-700	ЯМЗ- 238НБ	158^{+11}_{-8}	1700^{+50}_{-20}	1900^{+50}	1300	168^{+12}_{-8}	178^{+12}_{-9}	71 ± 19	1,06
К-700А	ШЗ- 238НБ	158^{+11}_{-8}	1700^{+50}_{-20}	1900^{+50}	1300	181^{+14}_{-9}	190^{+15}_{-9}	74 ± 20	1,05

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Т-150К	СДМ-62	121,4 ^{+8,5} ₋₆	2100 ⁺⁴⁰	2600 ⁺⁶⁵ ₋₇₀	1650	116 ⁺³ ₋₆	130 ⁺⁹ _{-6,5}	42±11	1,12
ДТ-75М	А-41	66,2 ^{+4,6} _{-3,3}	1750 ⁺³⁵	1665 ⁺⁷⁵ ₋₄₀	1200	167 ⁺¹² ₋₈	177 ⁺¹² ₋₉	55±14	1,05
ЛЗ-80 (82)	Д-240	58,8 ^{+4,1} _{-2,9}	2200±40	2320 ⁺⁸⁰ ₋₇₅	1560	180 ⁺¹² ₋₈	200 ⁺¹⁴ ₋₁₀	75±19	1,11
МТЗ-80Л	Д-240Л	58,8 ^{+4,1} _{-2,9}	2200±40	2320 ⁺⁸⁰ ₋₇₅	1660	180 ⁺¹² ₋₈	200 ⁺¹⁴ ₋₁₀	75±19	1,11
ЮМЗ-36Л	Д-65Н	44,1 ^{+2,9} _{-2,2}	1750±35	1865 ⁺⁷⁵ ₋₃₅	1200	132 ⁺⁹ ₋₆	142 ⁺¹⁰ ₋₇	48±12	1,07
МТЗ-50 (52)	Д-50	40,5 ^{+2,7} _{-2,1}	1700±35	1810 ⁺⁷⁰ ₋₃₀	1200	172 ⁺¹² ₋₉	185 ⁺¹³ ₋₉	75±19	1,08
МТЗ-50Л (52Л)	Д-50Л	40,5 ^{+2,7} _{-2,1}	1700±35	1810 ⁺⁷⁰ ₋₃₀	1200	172 ⁺¹² ₋₉	185 ⁺¹³ ₋₉	75±19	1,08
Т-4А	А-01М	98 ⁺⁷ ₋₅	1700±35	1810 ⁺⁷⁰ ₋₃₀	1200	119 ⁺⁸ ₋₆	130 ⁺⁸ ₋₆	35±9	1,09
Т-440М	Д-144	46,5 ⁺³ ₋₂	2000±40	2140 ⁺⁶⁵ ₋₃₀	1400	182 ⁺¹² ₋₉	213 ⁺¹⁴ ₋₁₀	56±14	1,17
ДТ-75*	СМД-14	55,2 ⁺⁴ ₋₃	1700±35	1810 ⁺⁷⁰ ₋₃₀	1200	125 ⁺⁹ ₋₆	140 ⁺¹⁰ ₋₇	41±10	—
Т-74	СМД-14А	55,2 ⁺⁴ ₋₃	1700±35	1810 ⁺⁷⁰ ₋₃₀	1200	160 ⁺¹¹ ₋₈	179 ⁺¹² ₋₉	53±13	1,12

* С увеличителем крутящего момента

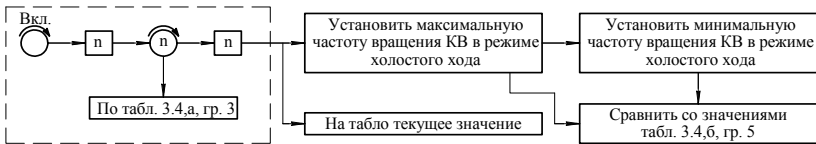


Рис. 3.6. Технологическая схема измерения частоты вращения коленчатого вала

Значения калибровочных величин достаточно устанавливать с точностью ± 5 (оборотов), а число 327,2 – с точностью $\pm 0,5$ (с^{-2}). Если при измерении ускорений разгона и выбега (рис. 3.7, 3.8) тепловой режим двигателя отличается от паспортных значений (80–85 °С), то производится корректировка ускорений по графикам (рис. 3.9 и 3.10). Корректируются и результаты измерений при отличии атмосферных условий от стандартных (барометрическое давление 760 мм рт. ст., температура 20 °С).

Примечание. Калибровочное значение по ускорению равно 327,2. По окончании серии замеров проверить правильность калибровочных значений.

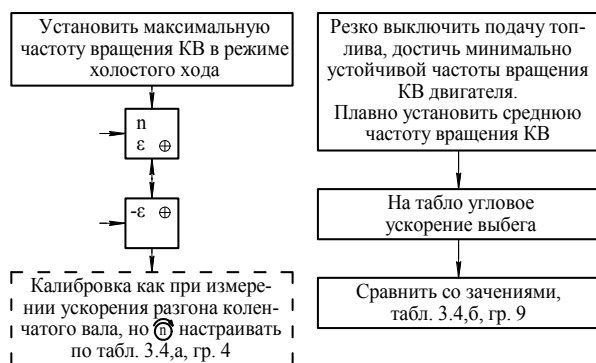


Рис. 3.8. Технологическая схема измерения ускорения выбега

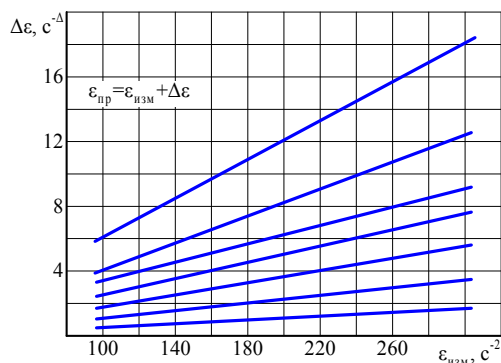


Рис. 3.9. График корректировки ускорений разгона по температуре двигателя

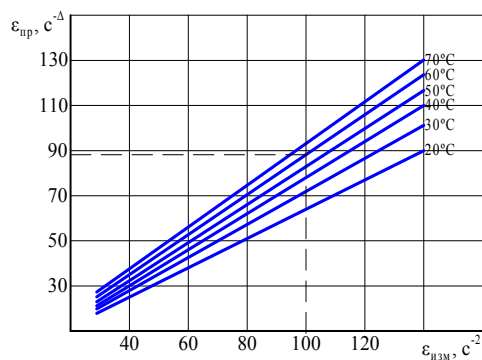


Рис. 3.10. График корректировки ускорений выбега по температуре двигателя

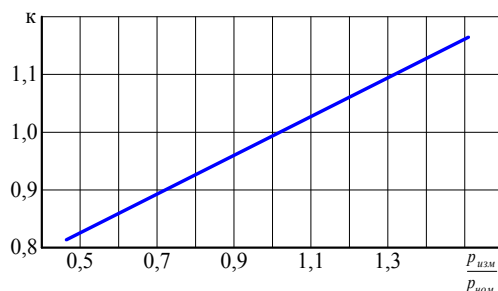


Рис. 3.11. График коррективы по давлению наддува

В производственных условиях для перевода ускорений в мощность удобно пользоваться номограммами, одна из которых приведена на (рис. 3.12.).

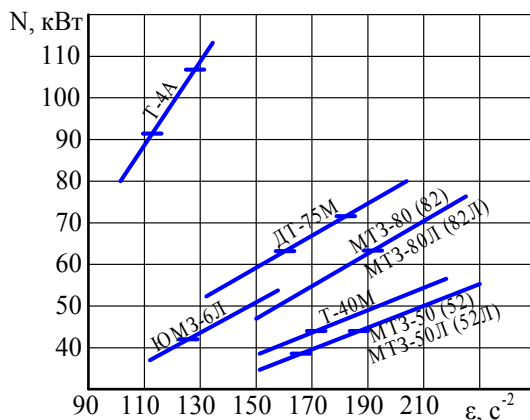


Рис. 3.12. Номограмма перевода в мощность
(тракторы Т-4А, ДТ-75М, ЮМЗ-6Л, МТЗ-80/82, Т-40М, МТЗ-50/52)

Порядок выполнения работы. Определение мощностных показателей методом профессора Н. С. Ждановского:

1. Запустить двигатель и прогреть его до температуры охлаждающей жидкости 85–90 °С и картерного масла 75–85 °С. Одновременно прогреть масло в корпусах силовой передачи, поработав с нагрузкой при включенном вале отбора мощности. Установить трактор на ровную горизонтальную площадку.

2. Проверить и при необходимости отрегулировать частоту вращения коленчатого вала на оборотах холостого хода. Установить максимальный скоростной режим с максимальной подачей топлива. Поочередно выключая по три цилиндра, замерить частоту вращения вала отбора мощности или коленчатого вала при работе на одном цилиндре. Если измерялась частота вращения ВОМ, то подсчитать частоту вращения коленчатого вала по формуле или по специальной номограмме.

3. Полученные значения частоты вращения коленчатого вала двигателя при работе на отдельных цилиндрах сравнить с данными в табл. 3.2. Если результаты измерений выходят за допустимые пределы, что свидетельствует о неравномерности нагрузки цилиндров, то необходимо выявить причины и устранить их.

При допустимых частотах вращения коленчатого вала двигателя их среднюю величину при работе на отдельных цилиндрах определить по формуле:

$$n_{cp} = \frac{n_1 + n_2 + n_3 + n_4}{4}, \quad (3.12)$$

где n_1 – частота вращения коленчатого вала при работе двигателя на соответствующем цилиндре, об/мин.

4. Подсчитать мощность двигателя по формуле:

$$N_e = N_n - k(n_n^1 - n_{cp}) \quad (3.13)$$

где n_n^1 – номинальная частота вращения коленчатого вала при работе на одном цилиндре, об/мин;

N_n – номинальная мощность двигателя, л.с.;

k – коэффициент пропорциональности, л.с.·об/мин.

Значения N_n , n_n^1 , k принимают из табл. 3.5. Уменьшение мощности от номинального значения допускается на 5%, увеличение – 7%.

Определение мощности двигателя парциальным методом с помощью гидродогрузателя:

1. Установить гидродогрузатель КИ-1097 на трубопровод одного из выносных цилиндров. Установить рукоятку управления дросселем в положение «0». Рукоятку управления гидрораспределителем установить в нейтральное положение. Сбросить давление в системе питания двигателя. Отключить 2-й и 3-й цилиндры двигателя. Подключить тахометр.

Таблица 3.5

Показатели, используемые при определении мощности двигателей тракторов по методу Н. С. Ждановского

Трак- тор	Номи- нальная мощность двигателя N_n , л.с.	Коэффициент пропорцио- нальности k , л.с.·об/мин	Частота вращения коленчатого вала при работе двигателя на одном цилиндре n^1 , об/мин		
			номинальная	наименьшая	наибольшая
МТЗ-80	80	0,022	1780	1670	1900
ДТ-75	90	0,042	1480	1370	1600

2. Установить максимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя. Установить рукоятку гидрораспределителя в положение «Подъем» или «Опускание». Плавно вращая кран дросселя, загрузить двигатель до номинальной частоты вращения коленчатого вала двигателя. После стабилизации скоростного режима зарегистрировать показания манометра дросселя и расходомера.

3. Сбросить давление в гидросистеме, установить рычаг гидрораспределителя в нейтральное положение, заглушить двигатель.

4. Включить 2-й и 3-й цилиндры двигателя, отключить 1-й и 4-й. Выполнить операции 2–4 и привести двигатель в исходное состояние.

Значение контролируемых величин определяют по формуле:

$$N_e = N_t + \frac{a(P_1 + P_2)n_n}{1000 \eta}, \quad (3.14)$$

где N_e – полная эффективная мощность двигателя, кВт;

N_t – мощность механических потерь, кВт;

P_1, P_2 – соответственно показания манометра гидронагружателя при работе на каждой из пар цилиндров; кгс/см²;

a – коэффициент пропорциональности, см²;

n_n – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин;

η – к.п.д. гидропривода, $\eta = 0,88$.

G_m – часовой расход топлива, кг/час;

G_{mu} – измеренное значение часового расхода топлива, кг/час.

Параметры работы двигателя для контроля парциальным методом представлены в табл. 3.6.

Таблица 3.6

Параметры работы двигателя для контроля парциальным методом

Двигатель	Номинальная мощность, кВт	Мощность механических потерь, кВт	Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин	Коэффициент пропорциональности, см ²
А-41	66,2	28,7	1750	0,088
Д-240	58,8	25,2	2200	0,073

Определение мощности двигателя с применением прибора ИМД-ЦМ:

1. В соответствии с инструкцией по эксплуатации подготовить трактор и прибор ИМД-ЦМ к работе.

2. Освоить настройку прибора на работу в режимах:

- измерение ускорения разгона;
- измерение ускорения выбега;
- измерение частоты вращения коленчатого вала двигателя

при использовании:

- датчика ПрП-2;
- датчика КИ-13941 ГОСНИТИ.

3. Запустить двигатель и прогреть его до температуры охлаждающей жидкости – 40 °С.

4. Оценить качество работы регулятора:

– перевести двигатель в режим максимальных оборотов холостого хода.

– измерить частоту вращения коленчатого вала двигателя.

Оценить правильность настройки регулятора.

5. Оценить энергетические показатели работы двигателя.

– замерить ускорение разгона двигателя при работе на всех цилиндрах на номинальной частоте коленчатого вала, соответствующей N_e ;

– замерить ускорение выбега;

– сравнить полученные значения ускорения с нормативными данными и дать заключение о техническом состоянии двигателя;

– определить распределение мощности по цилиндрам, последовательно отключая один из них в определенной очередности и находя те цилиндры, работа без которых вызывает наибольшее и наименьшее ускорение разгона коленчатого вала двигателя;

– замерить ускорение разгона двигателя при работе на трех цилиндрах, последовательно отключая каждый из четырех цилиндров;

– определить условный индикаторный момент каждого цилиндра:

$$E_{i_k} = E_{p(z)} - E_{p(z-1)}, \quad (3.15)$$

где E_{i_k} – условный индикаторный момент k -го цилиндра;

$E_{p(z)}$ – ускорение разгона при работе двигателя на всех цилиндрах;

$E_{p(z-1)}$ – ускорение разгона при работе двигателя с отключенным цилиндром;

– определить неравномерность распределения мощности по цилиндрам:

$$\delta = \frac{2(E_{i_{k \max}} - E_{i_{k \min}})}{E_{i_{k \max}} + E_{i_{k \min}}} 100\% \leq 10\%. \quad (3.16)$$

6. Оценить запас крутящего момента двигателя:

– замерить ускорение на частоте, соответствующей максимальному крутящему моменту, E ;

– определить запас крутящего момента двигателя:

$$K_\phi = \frac{E_p^\phi}{E} \quad (3.17)$$

и сравнить полученное значение с эталонным [17];

– дать, качественную оценку работы систем двигателя, пользуясь матрицей состояния для двигателя нормального теплового режима:

$E_p^\phi > [E_p]$ – завышен расход топлива;

$E_b^\phi + E_p^\phi > [E_b] + [E_p]$ – завышен расход топлива;

$E_p^\phi > [E_b]$ – повышенные потери на трение, предупреждение о возможном предаварийном состоянии;

$K > [K]$ – поздний угол опережения подачи топлива для любых значений E_p ;

$K < 1$ – ранний угол подачи топлива для любых значений E_p .

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные виды испытаний двигателей внутреннего сгорания в зависимости от характера нагружения и скоростного режима.

2. Опишите сущность и методику определения мощностных показателей двигателя методом профессора Н. С. Ждановского.

3. Опишите сущность и методику комбинированного (парциального) способа испытаний двигателя.

4. Объясните сущность метода определения мощностных показателей, реализованного в приборе ИМД-ЦМ.

5. Расскажите об устройстве прибора ИМД-ЦМ.

6. В чем заключается подготовка трактора к измерению мощности прибором ИМД-ЦМ?

7. Как калибруют прибор ИМД-ЦМ?

8. Каков порядок замера частоты вращения коленчатого вала двигателя?

9. Поясните порядок измерения мощности двигателя с помощью прибора ИМД-ЦМ.

10. Назовите причины снижения мощности двигателя.

11. В каком порядке определяют равномерность работы цилиндров?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Диагностика системы питания дизельного двигателя

Цель работы – научиться диагностировать сборочные единицы системы питания дизеля и делать заключение об их техническом состоянии.

Содержание работы. Работа включает в себя диагностирование и регулировку форсунок, проверку состояния прецизионных пар топливного насоса (нагнетательные клапаны, плунжерные пары), угла опережения начала подачи топлива секциями насоса, определение степени засоренности фильтров тонкой очистки то-

плива, проверку технического состояния подкачивающего насоса и работы перепускного клапана.

Оборудование рабочего места: прибор КИ-4801 для проверки подкачивающего насоса и фильтрующих элементов тонкой очистки, прибор КИ-4802, КИ-16301А или максиметр КИ-1336 для проверки состояния прецизионных пар топливного насоса, моментоскоп КИ-4941, угломер КИ-13926, прибор КИ-15706 для проверки и регулировки форсунок, дроссель-расходомер КИ-1097, отключатели цилиндров, секундомер, набор ключей, емкости для сбора топлива.

Техника безопасности при выполнении лабораторной работы:

- все монтажно-демонтажные работы проводить только при неработающем дизеле с использованием соответствующего исправного инструмента, приборов и приспособлений;

- перед началом работы проверять надежность крепления приборов и вспомогательной аппаратуры;

- рычаг коробки передач должен быть в нейтральном положении;

- во время работы каждый студент должен находиться на своем рабочем месте и выполнять порученную работу; все студенты должны знать порядок выполнения всей работы;

- пускать и останавливать дизель, а также выполнять другие работы только под руководством преподавателя и по его сигналам с соблюдением необходимых мер предосторожности.

Общие сведения. В систему питания входят ряд агрегатов и узлов, от качества функционирования которых зависят мощность и экономичность двигателя. Сложность конструкций топливной аппаратуры и наличие прецизионных пар сказывается на надежности системы в целом. По некоторым данным от 30 до 50 % неисправностей дизельного двигателя связаны с нарушениями в работе узлов системы питания.

Состояние системы низкого давления характеризуется производительностью подкачивающего насоса, пропускной способностью фильтрующих элементов, исправностью перепускного клапана. Необходимость в проверке топливоподдачи низкого давления возникает при снижении мощности двигателя. Признаком нор-

мального функционирования системы низкого давления является непрерывная струя топлива, вытекающая под давлением без пузырьков воздуха через вывернутый сливной вентиль. Скоростной режим двигателя при этом должен быть близок к номинальному.

Состояние системы высокого давления дизелей характеризуется давлением впрыска топлива форсунками и качеством его распыливания, производительностью плунжерных пар, герметичностью нагнетательных клапанов, неравномерностью подачи топлива ими и развиваемым давлением, углом опережения начала впрыска топлива в цилиндры дизеля.

Дымный выпуск обычно является следствием неполного сгорания топлива из-за неудовлетворительной работы форсунок (низкое качество распыливания), позднего впрыска топлива в цилиндры, недостатка воздуха (при загрязнении воздухоочистителя).

Понижение мощности и экономичности двигателя является также следствием уменьшения количества подаваемого топлива в цилиндры и нарушения равномерности его подачи по цилиндрам. Причиной этому служит износ плунжерных пар, нагнетательных клапанов и форсунок.

1. Диагностирование топливоподкачивающего насоса, фильтров тонкой очистки топлива и перепускного клапана.

Порядок выполнения работы:

1. Подключить один из наконечников приспособления КИ-4801 к нагнетательной магистрали топливоподкачивающего насоса перед фильтром тонкой очистки топлива, а другой – после фильтра (рис. 3.13).

2. Подключить прибор КИ-1097 к маслопроводам, предназначенным для присоединения одного из выносных цилиндров. Установить рукоятку прибора в положение открыто.

3. Пустить дизель и установить максимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя.

4. Отключить любые два цилиндра двигателя и включить соответствующую секцию гидрораспределителя.

5. Загрузить дизель с помощью прибора КИ-1097, повышая давление масла в гидросистеме, и добиться снижения частоты вращения коленчатого вала до номинального значения (табл. 3.7).

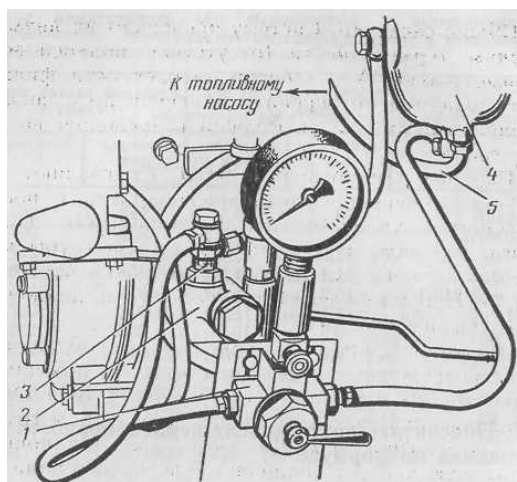


Рис. 3.13. Диагностирование системы топливоподдачи низкого давления с помощью приспособления КИ-4801:

1 – приспособление; 2 – топливоподкачивающий насос; 3 – удлиненный штуцер; 4 – фильтр тонкой очистки топлива; 5 – трубка отвода топлива от фильтра

6. Измерить давление до и после фильтров тонкой очистки топлива (см. ниже), переключая кран прибора КИ-4801. Результаты измерений записывают в протокол испытаний.

Таблица 3.7

**Нормативные значения частот вращения коленчатых валов
дизельных двигателей**

Марка двигателя	Частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹		
	номинальная	минимальная	максимальная
ЯМЗ-240Б	1900	1860	1940
ЯМЗ-238НБ	1700	1665	1735
СМД-60	2000	1960	2040
СМД-62	2100	2060	2140
А-01М	1700	1665	1735
Д-160	1250	1225	1275
А-41	1750	1715	1785
Д-240; Д240Л	2200	2155	2245
Д-65Н	1750	1715	1785
Д-37Е	1800	1825	1835
Д-21А1	1800	1725	1835

Техническое состояние подкачивающего насоса оценивают по величине давления топлива до фильтров. Номинальное давление – 2,0–2,2 кг/см², допускаемое – 1,1 кг/см². При давлении менее 0,9 кг/см² насос заменить или отправить в ремонт.

Техническое состояние фильтрующих элементов фильтров тонкой очистки топлива оценивают по разнице давлений до и после фильтров. Если давление после фильтров меньше предельных значений (табл. 3.8), то фильтрующие элементы необходимо заменить. Равенство давлений до и после фильтров говорит о том, что фильтрующие элементы порваны или отсутствуют.

Таблица 3.8

Нормативы давлений в системе низкого давления

Давление топлива перед фильтром, кг/см ²	Минимально допустимое давление после фильтра, кг/см ²
0,8–1,1	0,4
1,1–1,4	0,5
Более 1,4	0,6

Давление после фильтров 0,6–0,8 кг/см² свидетельствует об исправном состоянии перепускного клапана. Если давление топлива после фильтров менее 0,6 кг/см², необходимо проверить клапан, заменив его контрольным. Если после этого давление повысится до нормы, значит клапан исправен.

2. Проверка технического состояния плунжерных пар и нагнетательных клапанов топливного насоса.

Состояние прецизионных пар проверяют с помощью приспособления КИ-4802 (рис. 3.14), включающего в себя манометр 1 со шкалой от 0–600 кг/см², корпус 2 с рукояткой, топливопровод 3 и предохранительный клапан 4.

Состояние плунжерных пар оценивают по максимальному давлению при пусковой частоте вращения коленчатого вала двигателя, состояние нагнетательных клапанов – определением их герметичности (по продолжительности падения давления над клапаном). Для этого присоединяют приспособление КИ-4802, КИ-16301А или максиметр КИ-1336 к проверяемой секции топливного насоса, приводят в действие пусковой двигатель, устанавливают рычаг подачи топлива в положение полной подачи и на пусковой частоте

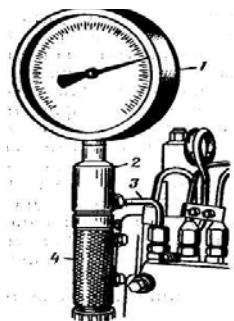


Рис. 3.14. Приспособление КИ-4802 для проверки прецизионных пар топливного насоса на двигателе:

1 – манометр; 2 – корпус; 3 – топливопровод; 4 – предохранительный клапан

вращения вала по показаниям стрелки манометра приспособления или по шкале максиметра определяют максимальное давление, развиваемое плунжерной парой. Если давление достигает 250 кг/см^2 и более, то плунжерные пары исправны. Новые плунжерные пары развивают давление до 1000 кг/см^2 .

Для проверки технического состояния нагнетательного клапана прекращают прокручивание дизеля и измеряют время падения давления с 150 до 100 кг/см^2 . Если оно более 10 с , герметичность нагнетательного клапана удовлетворительная. Результаты измерений записывают в протокол испытаний.

3. Диагностирование форсунок по давлению начала впрыскивания и качеству распыливания топлива.

Порядок выполнения работы. Рассмотрим проверку и регулировку форсунки прибором КИ-15706.

1. Снять с дизеля форсунку и осмотреть ее. Торец распылителя должен иметь легкий налет копоти. Значительные коксовые отложения, нагарообразования указывают на неисправность форсунки.

2. Для проверки давления начала впрыскивания топлива форсунку установить в прибор КИ-15706 (рис. 3.15).

3. Открыть кран бачка прибора и прокачиванием рычага с частотой $60\text{--}80$ качков в минуту добиться



Рис. 3.15. Прибор КИ-15706

появления четкого впрыскивания топлива форсункой. При этом необходимо следить за показаниями манометра и качеством распыливаемой струи. Номинальные давления начала впрыскивания топлива форсункой для тракторных дизелей приведены в табл. 3.9 [17]. Отклонение давления от приведенных в табл. 3.9 значений допускается $\pm 5 \text{ кг/см}^2$.

Таблица 3.9

Давление начала впрыскивания топлива форсункой

Марка двигателя	Давления начала впрыскивания, кг/см^2	
	номинальное	предельное
СМД-14, Д50, Д40	125–130	120
СМД-60, СМД-62, Д-240, Д-240Л, Д-240ЛГ	175–180	170
Д-65М, Д-65Н, Д-37, Д-21, Д-21А	170–175	165
ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б	160–170	155
Д-108, Д-160	205–210	200

4. Визуально проверить качество распыливания топлива, впрыскиваемого форсункой. Распыливание должно быть туманообразным, без заметных капель и струй. При неудовлетворительном распыливании заменить распылитель.

Приспособление КИ-16301А, представляющее собой ручной насос высокого давления с манометром, подсоединяют к трубке высокого давления, предварительно отсоединив ее от штуцера топливного насоса секции проверяемой форсунки. Прокачивая топливо ручным насосом, определяют давление начала впрыскивания топлива форсункой по шкале манометра.

Проверка и регулировка форсунки с помощью максиметра КИ-1336 или эталонной форсунки состоит из следующих этапов. Подсоединяют максиметр или эталонную форсунку к секции высокого давления проверяемой форсунки. Пускают дизель, регулируют форсунку, добиваясь одновременного впрыскивания топлива через форсунку и распылитель максиметра или эталонную форсунку. Результаты измерений наблюдений записывают в протокол испытаний.

Таблица 3.10

**Данные для проверки угла начала подачи топлива
секциями топливного насоса**

Способ определения в.м.т. поршня или положения коленчатого вала, соответствующего установочному углу начала подачи топлива	Место определения угла начала подачи топлива	Нормальные пределы изменения угла начала подачи, град., до в.м.т.	Допустимые пределы изменения угла начала подачи, град., до в.м.т.	Длина дуги на шкиве, соответствующая одному градусу, мм
Дизели СМД-60 и СМД-62				
Стержень указателя в.м.т. – углубление на маховике	Маховик	21–23	20–24	–
Дизель ЯМЗ-240Б				
Риска против цифры «19» на корпусе гасителя крутильных колебаний – указатель	Гаситель крутильных колебаний	18–20	17–21	–
Дизель Д-240				
Установочная шпилька – углубление на маховике	Шкив водяного насоса	25–27	24–28	1,60
Дизель А-41				
Установочная шпилька – углубление на маховике	Шкив водяного насоса	29–32	28–33	1,52
Дизель Д-65Н				
Установочная шпилька – углубление на маховике	Шкив водяного насоса	21–23	20–24	1,60

4. Проверка момента начала подачи топлива.

Порядок выполнения работы:

1. Установить на первую секцию топливного насоса моментоскоп КИ-4941 (рис. 3.16).

2. Включить полную подачу топлива и прокрутить коленчатый вал дизеля до заполнения топливом трубки моментоскопа. Удалить лишнее топливо до хорошо видимого мениска.

3. Закрепить против шкива водяного насоса указатель.

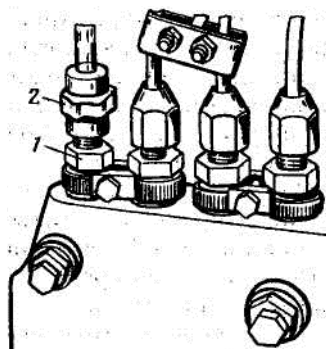


Рис. 3.16. Установка моментоскопа КИ-4941 на секцию топливного насоса: 1 – штуцер топливного насоса; 2 – моментоскоп

4. Медленно прокрутить коленчатый вал до момента начала подъема топлива в трубке моментоскопа и нанести риску на шкиве.

5. Провернуть коленчатый вал двигателя против хода часовой стрелки на 15–20°.

6. Вывернуть установочный болт из резьбового отверстия кожуха маховика и вставить его другим концом до упора в маховик.

7. Провернуть коленчатый вал двигателя по ходу часовой стрелки до совпадения установленного болта с отверстием в маховике.

8. Нанести вторую риску на шкиве водяного насоса.

9. Измерить угол между рисками и определить угол начала подачи топлива, сравнить со значениями, приведенными в таблице. Результаты измерений занести в протокол испытаний.

Измерение угла между рисками осуществляют с помощью угломера КИ-13926. При отсутствии угломера для определения величины угла опережения впрыска топлива необходимо измерить длину дуги между рисками. Значения длины дуги на шкиве, соответствующие одному градусу, представлены в табл. 3.10 [17].

Контрольные вопросы

1. В чем заключается диагностирование топливной системы низкого давления? Назовите допускаемые значения параметров.

2. В чем заключается диагностирование прецизионных пар на дизельном двигателе? Назовите средства технического диагностирования и допускаемые значения диагностических параметров.

3. По каким показателям осуществляется диагностирование форсунок? Назовите средства технического диагностирования.

4. Расскажите о порядке определения угла начала подачи топлива секциями топливного насоса на дизеле и проверки правильности установки топливного насоса.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Диагностика цилиндропоршневой группы и кривошипно-шатунного механизма ДВС

Цель работы – научиться определять техническое состояние деталей цилиндропоршневой группы и кривошипно-шатунного механизма, остаточный ресурс двигателя безразборными методами.

Содержание работы. Работа включает в себя определение общего технического состояния цилиндропоршневой группы по расходу картерных газов, расходу масла на угар, давлению воздуха в конце такта сжатия (компрессии), относительной неплотности цилиндров, по давлению масла в магистрали и суммарному зазору в верхней и нижней головках шатуна без разборки кривошипно-шатунного механизма.

Оборудование рабочего места: автостетоскоп, приспособление КИ-5472 для проверки давления масла, компрессорно-вакуумная установка КИ-13907, приспособление КИ-11140 для измерения зазоров в головках шатуна, индикатор расхода картерных газов КИ-13671, пневмотестер К-272, работающие карбюраторный и дизельный двигатели, набор инструментов.

Техника безопасности при выполнении лабораторной работы.

1. Перед пуском двигателя установить и зафиксировать рычаг коробки передач в нейтральном положении.

2. Запрещается проводить работы по монтажу и техническому обслуживанию диагностических приборов на работающем двигателе.

3. Во время работы двигателя не прикасаться к нагретым до высокой температуры деталям, не приближаться к вращающимся частям.

Общие сведения. Состояние цилиндропоршневой группы (ЦПГ) оказывает существенное влияние на мощностные и экономические показатели двигателя.

В процессе эксплуатации двигателя специального обслуживания ЦПГ не требуется.

Для обеспечения длительной работы ЦПГ необходимо выполнять рекомендации по обкатке, смазке, пуску и работе двигателя.

Параметры и качественные признаки состояния ЦПГ определяют по косвенным параметрам, функционально зависимым от прямых структурных параметров.

Средняя достоверность информации, получаемой в результате оценки качественных признаков технического состояния, составляет 0,65, в т. ч. по двигателям – 0,70.

При обнаружении неисправности ЦПГ двигатель частично или полностью разбирают.

Для оценки состояния ЦПГ и кривошипно-шатунного механизма (КШМ) применяют различные методы. Выбор метода во многом определяется наличием специального оборудования и квалификации диагностов.

Состояние ЦПГ оценивают:

- измерением давления масла в главной магистрали двигателя;
- определением расхода масла на угар в % к израсходованному топливу;
- измерением суммарного зазора в верхней головке шатуна и шатунном подшипнике;
- прослушиванием шумов и стуков сопряжений ЦПГ в определенных зонах двигателя;
- измерением давления в конце такта сжатия (компрессии) в каждом цилиндре;
- по спектральному анализу картерного масла;
- по значениям относительной неплотности ЦПГ и в клапанах газораспределения.

В практике наиболее часто состояние ЦПГ оценивают: по угару картерного масла в % к топливу; величине компрессии на такте сжатия; расходу картерных газов и относительной неплотности в ЦПГ.

Расход масла на угар в % к израсходованному топливу измеряется при работе двигателя в течение 10 ч и более на рабочих режимах при температуре охлаждающей жидкости 75–95 °С.

По мере износа деталей цилиндропоршневой группы увеличивается угар картерного масла. Признаками повышенного расхода масла на угар являются дымление дизеля, появление синего дыма и необходимость частой доливки масла.

Данные о величинах угара в % к израсходованному топливу для некоторых типов двигателей даны в табл. 3.11 [17].

Таблица 3.11

Угар масла в % к израсходованному топливу

Тип двигателя	Номинальный угар	Предельный угар	Время поддержания режима
ЯМЗ	0,9	2,7	10 ч
СМД-60, 62	1,0	2,6	
А-01, А-41	0,8	2,4	
Д-240	0,8	2,5	
Д-245	0,8	2,0	

Проверка двигателя по давлению в главной масляной магистрали, суммарному зазору кривошипно-шатунного механизма, шумам и стукам ЦПГ.

Структурными параметрами технического состояния КШМ являются зазоры в подшипниках коленчатого вала, между поршневым пальцем и втулкой верхней головки шатуна. Функционально зависимые параметры КШМ: давление масла в главной магистрали, параметры вибрации и шума, концентрация продуктов изнашивания трущихся деталей в масле, величина свободного хода поршня по вертикали относительно шатунных подшипников, величина свободного хода поршня по вертикали относительно шатуна.

Необходимо оценить общее состояние подшипников коленчатого вала с помощью встроенного манометра по давлению масла в прогретом двигателе при минимальной устойчивой и номинальной частотах вращения коленчатого вала. Если давление находится в нормальных пределах (табл. 3.12), то это свидетельствует об удовлетворительном общем состоянии подшипников [18].

При пониженном давлении масла показания штатного прибора трактора проверить с помощью устройства КИ-5472 или КИ-13936, которые состоят из манометра, соединительного рукава с ниппелем и накидной гайкой, демпфера для сглаживания пульсации масла при изменении давления и сменных штуцеров (переходников). В неработающем положении свободный конец рукава (ниппель) закрывается заглушкой. Устройство подключают к корпусу масляного фильтра, предварительно отсоединив датчик логометрического манометра.

Таблица 3.12

Давление масла в магистрали системы смазки при минимально-устойчивой частоте вращения коленчатого вала дизеля

Марка дизеля	Минимально устойчивая частота вращения коленчатого вала, об/мин	Давление масла, МПа (кгс/см ²)	
		допускаемое при пуске холодного дизеля	предельное для прогретого дизеля
ЯМЗ-240Б	700	0,30 (3)	0,08 (0,8)
ЯМЗ-238НБ	600	0,30 (3)	0,08 (0,8)
СМД-62	800	0,25 (2,5)	0,05 (0,5)
Д-240	600	0,25 (2,5)	0,05 (0,5)
Д-245	600	0,30 (3)	0,08 (0,8)
Д-65Н, Д-65М	650	0,20 (2)	0,08 (0,8)
А-01М, А-41	700	0,25 (2,5)	0,08 (0,8)
Д-160	500	0,35 (3,5)	0,09 (0,9)
СМД-14, СМД-14М	600	0,20 (2)	0,06 (0,6)
Д-144, Д-37Е	800	0,20 (2)	0,05 (0,5)
Д-2Ш	800	0,20 (2)	0,05 (0,9)

Показания штатного манометра должны отличаться от показаний манометрового устройства не более чем на 5 % от измеряемого давления.

Неисправный штатный манометр заменить.

При возникновении посторонних шумов, не характерных для работы дизеля, необходимо прослушать двигатель. Для этого приложить наконечник автостетоскопа к соответствующей зоне (рис. 3.17) и определить характер и силу шумов и стуков механизмов дизеля.

Назначение и устройство прибора КИ-11140М. Зазоры в кривошипно-шатунном механизме (КШМ) измеряют с помощью компрессорно-вакуумной установки КИ-13907 и устройства КИ-11140 при неработающем двигателе без снятия поддона картера. Измерение суммарного зазора в верхней головке шатуна и шатунном подшипнике основано на измерении перемещений поршня индикаторным устройством при попеременном создании в надпоршневом пространстве давления и разрежения. При движении поршня вверх (к в.м.т.) поршневой палец прижат к нижней части верхней головки шатуна, а кривошип (шатунная шейка) – к верхней части нижней головки шатуна. При движении поршня вниз изменяются

места касания указанных деталей на противоположные, т. е. в обоих случаях индикатор будет измерять суммарный зазор.

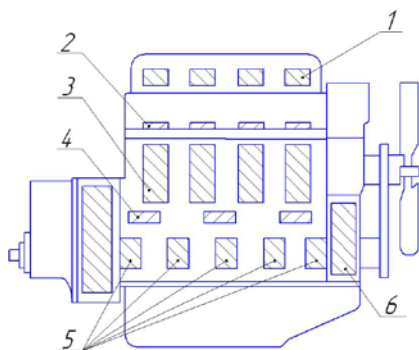


Рис. 3.17. Зоны прослушивания шумов и стуков деталей механизмов дизелей:

- 1 – клапаны; 2 – поршневые кольца; 3 – шатунные подшипники; 4 – подшипники распределительного вала; 5 – коренные подшипники; 6 – распределительные шестерни

Перемещение поршня в цилиндре вверх происходит под действием разрежения в надпоршневом пространстве (вакуума), а вниз – под давлением воздуха, подаваемого через отверстие для свечи зажигания или форсунки от компрессорно-вакуумной установки.

Компрессорно-вакуумная установка КИ-13907 (рис. 3.18) состоит из компрессора, электродвигателя и двух ресиверов (в одном создается вакуум, в другом – давление). На ресивере давления размещен масловлагоотделитель с предохранительным клапаном. На ресивере разрежения – регулятор давления с манометром, кран управления с вакуумметром и воздушным фильтром, редукционный клапан и электрический пускатель. На корпусе ресивера разрежения может быть вентиль со штуцером для подключения прибора КИ-4887-1.

Ресивер давления и ресивер разрежения соединяются с цилиндрами проверяемого двигателя гибким шлангом через кран управления. Компрессор приводится в действие от электродвигателя и создает давление или разрежение.

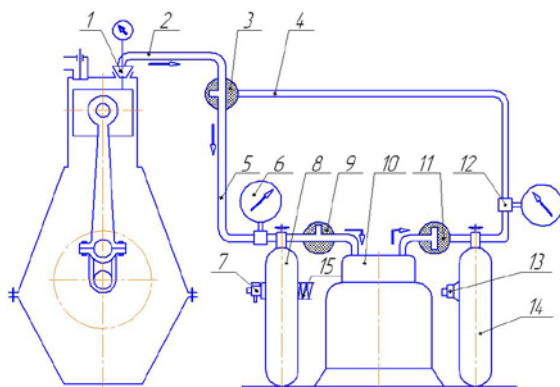


Рис. 3.18. Схема подключения компрессорно-вакуумной установки КИ-13907 к контролируемому двигателю:

1 – прибор КИ-11140; 2 – распределительный трубопровод; 3 – распределительный кран; 4 – нагнетательный трубопровод; 5 – всасывающий трубопровод; 6 – вакуумметр; 7 – вентиль; 8 – ресивер разрежения; 9, 11 – краны; 10 – компрессор; 12 – регулятор давления; 13 – предохранительный клапан; 14 – ресивер давления; 15 – регулятор вакуума

Устройство КИ-11140М (рис. 3.19) предназначено для определения технического состояния сопряжений кривошипно-шатунного механизма двигателей Д-37, Д-50, Д-240, СМД-14, СМД-60, ЯМЗ-238, Д-108 и их модификаций, а также пусковых двигателей ПД-8 и ПД-10 по величине суммарного зазора в верхней головке шатуна и шатунном подшипнике. Прибор состоит из корпуса с закрепленным на нем индикатором часового типа, пневматического приемника, сменного фланца для крепления устройства к головке цилиндров вместо форсунки, уплотнения направляющей штока, жестко соединенного с ножкой индикатора, и стопорного винта для фиксации направляющей в пневматическом приемнике.

Для определения технического состояния КШМ по стукам в сопряжениях при неработающем двигателе необходимо:

– снять форсунки, установить на место форсунки первого цилиндра устройство КИ-11140М или специальный наконечник компрессорной установки;

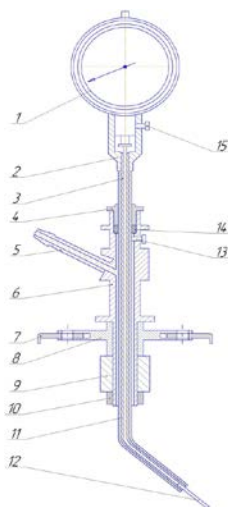


Рис. 3.19. Схема устройства КИ-11140 для измерения зазоров в кривошипно-шатунном механизме:

1 – индикатор часового типа; 2 – наконечник измерительного стержня индикатора; 3 – корпус штокодержателя; 4 – гайка; 5 – штуцер для подключения к компрессорно-вакуумной установке; 6 – корпус пневматического приемника; 7 – фиксатор; 8 – фланец; 9 – сменный наконечник; 10 – уплотнение; 11 – направляющая; 12 – шток; 13 – винт для крепления штокодержателя; 14 – уплотнение пневматического приемника; 15 – винт для крепления индикатора

– поставить поршень первого цилиндра в в.м.т. на такте сжатия, зафиксировать коленчатый вал в данном положении, включив одну из передач или используя специальное устройство;

– включить компрессорную установку и создать в одном из ее ресиверов давление 200–250 кПа (2,0–2,5 кгс/см²), а в другом – разрежение 60–70 кПа (0,6–0,7 кгс/см²);

– приложить наконечник включенного стетоскопа к блоку цилиндров в зоне поршневого кольца и, создавая попеременно в камере сгорания разрежение и сжатие путем переключения крана компрессорной установки, прослушать стуки в верхней головке;

– приложить наконечник стетоскопа к торцу или шкиву коленчатого вала и, поддерживая в ресиверах заданное давление, прослушать стуки в шатунном подшипнике коленчатого вала;

– прослушать стуки в сопряжениях головок шатунов в остальных цилиндрах.

При обнаружении сильных стуков в сопряжениях КШГ произвести измерение зазоров в ней с помощью компрессорно-вакуумной установки КИ-13907 и устройства КИ-11140М.

Проверка ЦПГ по количеству прорывающихся в картер газов и величине компрессии.

Индикатор расхода картерных газов КИ-13671 (рис. 3.20) предназначен для определения количества газов, прорывающихся

в картер и, следовательно, косвенной оценки состояния деталей цилиндро-поршневой группы. Он состоит из корпуса 1, сигнализатора 3 и дросселя. Корпус 1 непосредственно или через переходник 12 устанавливают в маслоливную горловину 14. Размеры переходника должны соответствовать маслозаливной горловине проверяемого двигателя.

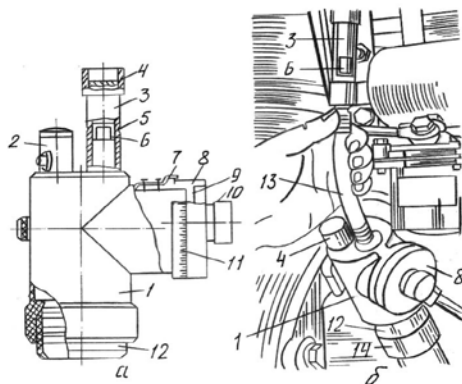


Рис. 3.20. Индикатор расхода газов КИ-13671-ГОСНИТИ:

а) конструкция; б) установка на дизель Д-240

Сигнализатор 3 – это прозрачная цилиндрическая трубка, закрытая сверху колпачком 4, на поверхности которой нанесена риска 5. В трубке находится поплавок 6, имеющий на наружной поверхности кольцевую риску. В дроссель входят крышка 8 с кольцевой регулируемой щелью 9 и пружинным фиксатором 10. На наружной поверхности крышки 8 нанесена шкала 11 расхода газов. Величину расхода газов определяют по положению указателя 7. В нижней части трубки сигнализатора имеется фильтрующий элемент, который задерживает масляные частицы, находящиеся в газе. Рядом с трубкой сигнализатора находится пробка 2 дополнительного калибровочного отверстия.

Индикатор присоединяют к двигателю только в вертикальном положении, поэтому для отдельных моделей двигателей применяют гибкую надставку 13, которая устанавливается между корпусом 1 и сигнализатором 3.

Сравнительную оценку технического состояния ЦПГ можно сделать по компрессии (давлению конца такта сжатия). Однако при этом необходимо учитывать неплотности прилегания клапанов газораспределения. Разница в значениях компрессии у нового и изношенного двигателя возрастает при уменьшении частоты вращения коленчатого вала. Одним из признаков слабой компрессии является трудный запуск двигателя (особенно в холодное время), обусловленный чрезмерно низкой температурой сжатого воздуха, которая не обеспечивает самовоспламенения дизельного топлива.

Давление конца такта сжатия определяют компрессометром КИ-861. Он состоит из манометра, корпуса, стержня, фланца, дистанционной втулки, наконечника и соединительной муфты. Для фиксации максимальных показаний манометра служит обратный клапан. Сбрасывание давления осуществляется выпускным вентилем. Для определения давления конца такта сжатия в дизельных двигателях применяют манометр со шкалой до 4 МПа (40 кгс/см²).

Погрешность измерений компрессометром КИ-861 не превышает 4 %. Однако достаточно точное определение абсолютных значений компрессии затруднено из-за нестабильности частоты вращения коленчатого вала при прокрутке его пусковым устройством. Наиболее точные показатели получаются при определении разницы в значениях компрессии цилиндров.

Снижение давления конца такта сжатия указывает на износ деталей цилиндропоршневой группы, поломку или закоксовывание колец, на неплотности прокладки головки блока и клапанов.

При неплотности прокладки между камерой сгорания цилиндра и водяной рубашкой блока отработавшие газы имеют белый цвет, который пропадает при отключении цилиндра. На поверхности воды в радиаторе появляются отдельные блестки или слой топлива, и вода в радиаторе бурлит. На торце распылителя форсунки видны следы влаги и ржавчины.

При неплотности прокладки между цилиндрами отработанные газы будут черного цвета (неполное сгорание топлива).

При недостаточной плотности прокладки головки цилиндров двигатель трудно заводится и работает с перебоями.

Если разница между компрессией отдельного цилиндра и средним значением компрессии отдельных цилиндров превышает 0,2 МПа (2 кгс/см²), то это свидетельствует о неисправности данного цилиндра. Причиной относительно низкой компрессии в отдельном цилиндре может быть поломка или закоксовывание компрессионных колец, а причиной высокой компрессии – поломка малосъемного кольца.

Проверка цилиндропоршневой группы по относительной неплотности [17,18].

Прибор К-272 позволяет проверять техническое состояние ЦПГ, прилегания клапанов газораспределения и прокладки головки блока. Прибор пригоден для диагностирования двигателей внутреннего сгорания (ДВС) с диаметром цилиндров от 30 до 130 мм. Он работает от сети сжатого воздуха давлением 0,4–0,6 МПа (4–6 кгс/см²). Пневмотестер модели К272 создан в процессе модернизации пневмотестера К-69М и предназначен для проверки герметичности и надпоршневого пространства автомобильных двигателей (рис. 3.21).

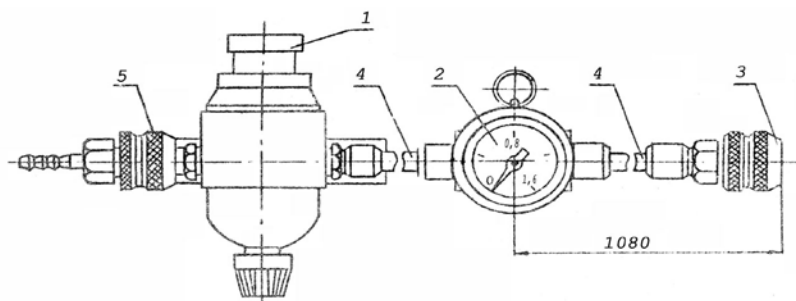


Рис. 3.21. Пневмотестер:

- 1 – блок питания; 2 – указатель; 3, 5 – муфты быстросъемные;
4 – воздухопроводы

Блок питания 1 представляет собой редуктор давления с фильтром тонкой очистки.

Указатель 2 объединяет в себе дроссель и манометр. В качестве дросселя применена корундовая втулка с отверстием 1,2 мм, завальцованная во входном штуцере.

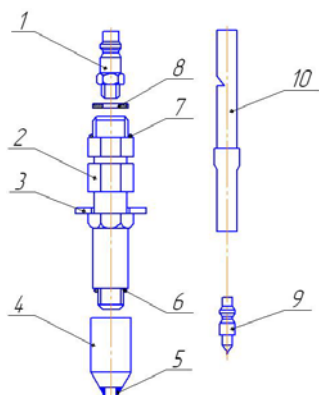


Рис. 3.22. Комплект принадлежностей

Быстросъемная муфта 3 служит для подключения пневмотестера к проверяемому цилиндру. Для предотвращения расхода воздуха в отключенном состоянии муфта снабжена запорным клапаном.

Другая муфта 5 служит для подвода сжатого воздуха к блоку питания. С помощью этой муфты сжатый воздух может подаваться непосредственно в проверяемый цилиндр.

Воздухопроводы 4 выполнены из гибкой поливинилхлоридной трубки с внутренним диаметром 8 мм и толщиной стенки 2,0 мм.

Проверка герметичности основана на контроле давления сжатого воздуха, подаваемого в цилиндр.

Сжатый воздух из магистрали под давлением 0,25–0,8 МПа (2,5–8 кгс/см²) поступает в фильтр тонкой очистки и далее в редуктор, который понижает и стабилизирует давление на рабочем уровне 0,16 МПа (1,6 кгс/см²). Установка рабочего давления производится на нулевом расходе. Рабочий расход воздуха составляет не более 1,6 м³/ч.

После редуктора воздух через дроссель поступает в проверяемый цилиндр двигателя. Падение давления на дросселе пропорционально расходу воздуха через проверяемый цилиндр. Таким образом, давление после дросселя является показателем герметичности цилиндра.

Комплект принадлежностей (рис. 3.22) включает устройства для присоединения к двигателю, контроля положения поршня в цилиндре и проверки технического состояния пневмотестера.

Для подсоединения к двигателю служит универсальный составной штуцер, состоящий из ниппеля 1, штуцера 2 и наконечника 4. Наконечник используется для дизельного двигателя, крепление штуцера в этом случае производится с помощью упора 3. Соединение штуцера с ниппелем уплотняется прокладкой 8, а с двигателем – прокладками 5, 6, 7.

Сигнализатор 10 предназначен для контроля начала такта сжатия в цилиндре.

Контрольный дроссель 9 служит для проверки исправности пневмотестера и представляет собой корундовую втулку с отверстием 1,2 мм, завальцованную в штуцер.

К пневмотестеру прилагается комплект запасных уплотнительных прокладок.

Блок питания монтируется на рабочем месте в вертикальном положении фильтрующей частью вниз.

На подводящей магистрали необходимо установить вентиль и манометр на 1 МПа (10 кгс/см²). Соединение магистрали со входом редуктора производится шлангом диаметром 8 мм с помощью быстросъемной муфты (для снятия нажать на корпус). Длина шланга должна быть достаточной для подачи воздуха непосредственно в проверяемый цилиндр.

Сборка пневмотестера производится в соответствии с рис. 3.21. Направление движения воздуха обозначено стрелками на редукторе и указателе. Перед сборкой необходимо продуть составные части пневмотестера сжатым воздухом. Для продувки редуктора следует отвернуть на 1–2 оборота пробку фильтра.

Во избежание перегрузки манометра пневмотестера перед подачей давления отвернуть колпачок редуктора.

Установить рабочее давление 0,16 МПа (1,6 кгс/см²) и проверить герметичность соединений. Проверить правильность установки рабочего давления путем нескольких сбросов с помощью контрольного дросселя. При измерении давления шкала манометра должна находиться в вертикальном положении.

Проверить соответствие показания пневмотестера на контрольном дросселе значению $0,11 \text{ МПа} \pm 0,01 \text{ МПа}$ ($1,1 \pm 0,1 \text{ кгс/см}^2$).

Оценку технического состояния ЦПГ необходимо проводить по показателям предельных величин утечек воздуха в сопряжениях ЦПГ (табл. 3.13) [17].

Таблица 3.13

Предельные величины утечек воздуха в начале такта сжатия, в конце такта сжатия в сопряжениях цилиндропоршневой группы, %

Объект проверки	Показатель	Карбюраторные двигатели с диаметром цилиндров, мм			Дизельные двигатели с диаметром цилиндров, мм	
		51–75	75–100	101–130	75–100	101–130
Цилиндры	y_2	16	28	50	45	52
	$y_2 - y_1$	12	20	30	–	30
Поршневые кольца и клапаны	y_1	8	14	23	24	29
Прокладка головки блока	y	4	8	14	18	–

Вставки:

- 1) y – утечка воздуха;
- 2) y_1 – утечка воздуха в начале такта сжатия;
- 3) y_2 – утечка воздуха в конце такта сжатия.

Для пользования данными табл. 3.13 необходимо определить утечки воздуха в сопряжениях ЦПГ в %. Для этого воспользоваться данными рис. 3.23, который показывает зависимость утечек воздуха в % от показателей манометра пневмотестера.

Величины утечек больше указанных в таблице свидетельствуют о неисправности объектов проверки и необходимости ремонта.

Утечки воздуха через неплотности элементов ЦПГ следует определить, используя стеклянный индикатор (с бахромой) из комплекта принадлежностей или же оценить на слух.

Для более точного определения утечек воздуха следует в цилиндры двигателя подать воздух повышенного давления (до 450 кПа, или $4,5 \text{ кгс/см}^2$). Шланг воздушной магистрали при этом нужно соединить со штуцером двигателя, минуя прибор.

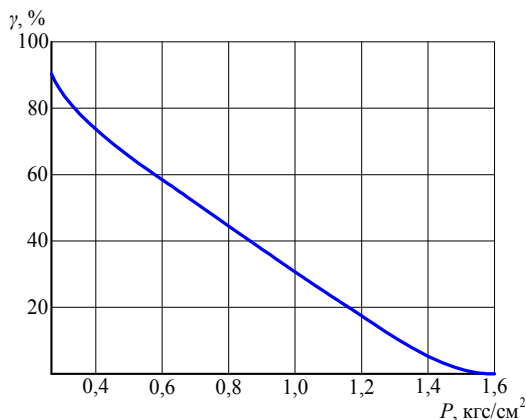


Рис. 3.23. График перевода величины давления в проценты утечек воздуха

Если негодны поршневые кольца, то сильный шум прорывающегося воздуха ясно слышен в маслосливной горловине. При негодных клапанах визуально наблюдаются колебания пушинок бахромы индикатора утечек, который установлен в отверстие для свечи соответствующего цилиндра с учетом фаз распределения. Порядок проверки клапанов указан на крышке прибора.

Нестабильность показаний (т.е. разных при двух замерах в одном и том же положении поршня и значительной величины утечек воздуха) указывает на одну из следующих неисправностей:

- зависание клапанов (при этом слышится сильный шум через отверстия для свечи соответствующего цилиндра);
- поломка или залегание колец, когда шум слышится через маслосливную горловину;
- прогорание прокладки головки блока, когда наблюдается появление воздушных пузырей между головкой и блоком или в заливной горловине радиатора, а также слышится шум от воздуха, протекающего в смежный цилиндр при прогорании перемычек прокладки.

Операция по проверке состояния ЦПГ дизельного двигателя аналогична операциям с карбюраторным. Определение

начала и конца такта сжатия производится по положению клапанов, совпадению меток в.м.т. или другим косвенным признакам.

Порядок выполнения работы. Измерение зазоров в кривошипно-шатунной группе с помощью прибора КИ-11140М:

1. Подготовить прибор к работе.
2. Снять форсунки, установить поршень проверяемого цилиндра в положении в.м.т. на такте сжатия и застопорить коленчатый вал. Закрепить устройство в отверстии для форсунки, предварительно ослабив стопорный винт и приподняв направляющую с индикатором и штоком вверх.
3. Отпустить направляющую до упора штока (до показания 1 мм по индикатору) в днище поршня и зафиксировать направляющую стопорным винтом. Индикатор настроить на ноль.
4. Присоединить к штуцеру пневматического приемника прибор компрессионно-вакуумной установки.
5. Включить компрессионно-вакуумную установку, создать давление и разрежение воздуха соответственно 50–100 кПа (0,5–1,0 кгс/см²) и 60–70 кПа (0,6–0,7 кгс/см²).
6. Соединить ресивер разреженного воздуха с поршневым пространством и, медленно увеличивая в нем разрежение, зафиксировать по индикатору расстояние, на которое поршень перемещается от первоначального положения до первой остановки и от первой до второй. Результаты измерений записать в журнал лабораторных работ. При необходимости повторить процедуру с перемещениями поршня, создав давление, а затем требуемое разрежение в надпоршневом пространстве.
7. Определить температуру масла в картере двигателя и к показаниям индикатора прибавить поправку (табл. 3.14) [17].

Таблица 3.14

**Значение поправок зазоров в КШМ
в зависимости от температуры масла в картере двигателя**

Температура масла в картере, °С	Значение поправки, мм
20	0,07
40	0,04
70–80	0,03

8. Проверить зазоры в указанных сопряжениях остальных цилиндров и определить остаточный ресурс сопряжений по значению суммарного зазора в верхней и нижней головках шатуна.

Перемещение поршня от первоначального положения до первой остановки соответствует зазору в шатунном подшипнике, а от первой до второй остановки – зазору в сопряжении поршневой палец-втулка верхней головки шатуна.

Дизель ремонтируют, если суммарный зазор хотя бы у одного шатуна превышает предельное значение (табл. 3.15) [17].

Таблица 3.15

**Предельные значения суммарного зазора в КШМ
для различных двигателей**

Суммарный зазор, мм	Марка двигателя
0,70	ЯМЗ-240Б, ЯМЗ-238НБ
0,65	СМД-60, СМД-62
0,50	Д-240, Д-245
0,60	Д-65М, Д-65Н, Д-37

9. Оценить техническое состояние КШМ по давлению масла с использованием автостетоскопа и компрессионно-вакуумной установки.

10. Определить зазоры в верхней и нижней головках шатунов и остаточный ресурс КШМ.

Проверка ЦПГ по количеству прорывающихся в картер газов и величине компрессии.

Порядок проверки:

1. Запустить и прогреть двигатель.

2. Закрыть пробками отверстия под масломерную линейку (шуп) и сапун.

3. При номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу подключить прибор к двигателю, плотно установить переходник в отверстие маслозаливной горловины.

4. Медленно поворачивать крышку до тех пор, пока верх поплавка не совпадет с риской на сигнализаторе. В этот момент давление газов в сигнализаторе и картере двигателя равны. Мгновенный расход газов определяют по положению указателя на шкале.

Для измерения большого расхода газов открывают пробку дополнительного калибровочного отверстия. Приведенный расход газов рассчитывают по формуле [17]:

$$Q_{п.р.} = 1,08 Q_{ш.и.} + 100, \quad (3.18)$$

где $Q_{п.р.}$ – приведенный расход газов при открытом калибровочном отверстии, л/мин;

$Q_{ш.и.}$ – расход газов по шкале индикатора, л/мин.

Расход картерных газов представлен в табл. 3.16.

Таблица 3.16

Расход картерных газов

Марка		Частота вращения при измерении расхода картерных газов, об/мин		Расход картерных газов при работе на холостом ходу, л/мин		
трактора	двигателя	коленчатого вала	вала отбора мощности	номинальный	допустимый	предельный
К-701	ЯМЗ-240Б	1900	1000	90	180	260
К-700А	ЯМЗ-238НБ	1700	1000	72	125	180
Т-150К	СМД-62	2100	567 (1025)	65	110	160
Т-4А	А-01М	1700	542	52	110	160
ДТ-75М	А-41	1750	553	35	77	110
МТЗ-80	Д-240	2200	574	31	70	100
МТЗ-100	Д-245	2200	(1060)	50	—	150
ЮМЗ-6Л	Д-65Н	1750	557	24	53	76
Т-40М	Д-37Е	1800	540	32	73	105

В случае достижения предельного расхода газов двигатель подлежит ремонту.

Проверка ЦПГ по величине компрессии.

Порядок проверки:

1. Запустить и прогреть двигатель до рабочей температуры воды и масла (65–90 °С) и остановить его.

2. Установить компрессометр вместо форсунки.

3. Открыть выпускной клапан компрессометра.

4. Прокручивая коленчатый вал основного двигателя пусковым устройством при выключенном декомпрессоре, закрыть выпускной клапан компрессометра.

5. Как только показание манометра достигнет максимума (стрелка остановится), снять показание и открыть выпускной вентиль.

6. Замеры компрессии провести с трехкратной повторностью.

7. Сделать выводы о техническом состоянии ЦПГ, сравнив полученные результаты с данными табл. 3.17. При величине компрессии, близкой к предельному значению, произвести проверку остальных цилиндров.

Таблица 3.17

Компрессия при пусковой частоте вращения

Марка трактора	Марка двигателя	Компрессия, МПа (кгс/см ²)	
		нового двигателя	предельно изношенного
К-700, К-701	ЯМЗ-238 НБ, ЯМЗ-240Б	2,80 (28)	1,40 (14,0)
Т-4А	А-01М	2,85 (28,5)	1,45 (14,5)
ДТ-75М, ДТ-75	А-41, СМД-14	2,80 (28)	1,50 (15,0)
МТЗ-100, МТЗ-102	Д-245	2,50 (25)	1,65 (16,5)
МТЗ-80, МТЗ-82	Д-240	2,65 (26,5)	1,75 (17,5)

Проверка цилиндропоршневой группы по относительной плотности:

1. Прогреть двигатель до нормального теплового состояния. У карбюраторного двигателя вывернуть свечи, а у дизеля снять форсунки. Снять крышку прерывателя-распределителя. Вместо токоразносчика установить стрелку из комплекта прибора. На корпус распределителя надеть указатель положения поршня (согласно марке ДВС).

2. Проверить установку угла опережения зажигания (или впрыска топлива).

3. Установить штуцер прибора вместо свечи или форсунки проверяемого цилиндра.

4. Установить поршень в положение начала такта сжатия. Контроль установки поршня производится с помощью сигнализатора, установленного на штуцер.

5. Подключить пневмотестер к штуцеру и подать в цилиндр сжатый воздух. Записать показания манометра пневмотестера.

6. Установить поршень в положение в.м.т. и вновь подать сжатый воздух. Записать показания манометра пневмотестера.
7. Провести оценку состояния ЦПГ (по табл. 3.13).

Контрольные вопросы

1. Какими методами можно определить зазоры в шатунных подшипниках и в верхних головках шатунов?
2. Как определить общее техническое состояние кривошипно-шатунного механизма по давлению масла в масляной магистрали?
3. Расскажите о порядке определения зазоров в кривошипно-шатунном механизме с помощью компрессионно-вакуумной установки.
4. Расскажите об устройстве и принципе работы индикатора картерных газов.
5. Как измерить количество газов, прорывающихся в картер дизеля, что характеризует эта величина?
6. Как проверить техническое состояние цилиндропоршневой группы каждого цилиндра в отдельности?
7. Какими методами можно определить состояние ЦПГ?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Контроль основных показателей работы двигателя КамАЗ-740 с использованием дизель-тестера АДТ

Цель работы – получить практические навыки по диагностированию дизельного двигателя дизель-тестером АДТ.

Содержание работы. Изучить устройство и принцип работы дизель-тестера АДТ. Освоить технологию контроля основных показателей работы двигателя.

Оборудование рабочего места:

- двигатель КамАЗ-740;
- дизель-тестер АДТ;
- слесарный инструмент.

Правила техники безопасности при выполнении лабораторной работы:

1. Установить датчики, выполнить подготовительные работы по подключению дизель-тестера АДТ к неработающему двигателю.

2. Перед началом работы проверить надежность крепления датчиков и вспомогательной аппаратуры.

3. Категорически запрещается касаться вращающихся элементов двигателя.

4. Пускать, останавливать двигатель, а также выполнять другие работы только под руководством преподавателя и по его сигналам с соблюдением необходимых мер предосторожности.

Общие сведения. Автодизель-тестер АДТ 1 (далее тестер) предназначен для технического диагностирования дизелей КамАЗ-740.10 и КамАЗ-740.20, установленных на автомобилях КамАЗ.

Тестер позволяет измерять (табл. 3.18):

- частоту вращения коленчатого вала двигателя;
- часовой расход топлива двигателем;
- угол опережения впрыска топлива;
- максимальное давление впрыска топлива;
- максимальное давление газов в надпоршневом пространстве в конце такта сжатия (компрессию).

Тестер обеспечивает вычисление по записанной при работе двигателя в тестовом режиме «разгон – выбег» информации с датчиков топливного и угловых меток следующих параметров:

- угловое ускорение коленчатого вала двигателя в процессе свободного разгона или выбега;
- максимальный расход топлива;
- максимальная мощность двигателя;
- частота вращения, на которой достигается максимальная мощность (начало действия регулятора);
- условная мощность механических потерь;
- удельный расход топлива.

С помощью тестеры можно проверить:

- настройку регулятора частоты вращения;
- работу автоматической муфты опережения впрыска топлива;
- функционирование системы топливоподачи низкого давления;
- равномерность работы цилиндров.

Таблица 3.18

Технические данные

Параметры	Диапазон	Погрешность
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	400–4000	± 1 об/мин
Ускорение разгона-выбега, рад/с ³	±50–300	± 1 %
Мощность, кВт (л.с.)	до 300 (400)	± 2 %
Расход топлива, кг/ч	5–50	± 2 %
Угол опережения впрыска, град от метки впрыска	±14	± 1 %
Максимальное давление впрыска, МПа	до 100	± 5 %
Компрессия, МПа	до 6	± 5 %

Габаритные размеры футляра:

длина, мм – 520

ширина, мм – 495

высота, мм – 145

Масса тестера с футляром – не более 10 кг.

Питание – бортовая сеть автомобиля 24 В.

Потребляемая мощность – не более 50 Вт.

Продолжительность непрерывной работы тестера – 8 ч.

Время перерыва до повторного включения – не менее 2 ч.

Время установления рабочего режима – не более 5 мин.

Рабочая температура окружающего воздуха – от 5 до 40 °С.

Комплектность тестера представлена в табл. 3.19.

Таблица 3.19

Комплектность

Комплектность	Количество
1	2
Футляр	1
Блок электронный	1
Датчик топливный	1
Датчик впрыска	1
Датчик компрессии	1
Адаптер давления	1
Датчик частоты вращения	1
Клапан электромагнитный	1
Переходное устройство для подключения топливного датчика (штуцер с колпачковой гайкой)	1

1	2
Переходное устройство для подключения датчика впрыска (муфта с сухарями и накидной гайкой)	1
Кабель соединительный	1
Пенал	1
Руководство по эксплуатации	1

1. Тестер состоит из электронного блока и комплекта датчиков. Электронный блок представляет собой микроЭВМ, производящую обработку сигналов от датчиков по определенной программе. Для управления режимами работы микроЭВМ снабжена клавиатурой. Результаты расчетов высвечиваются на цифровом индикаторе.

2. Топливный датчик предназначен для измерения расхода топлива. Конструктивно представляет собой герметичный бачок, в котором размещен измеритель уровня топлива. Измеритель состоит из 5 коаксиальных цилиндров, образующих электрический конденсатор. Емкость этого конденсатора зависит от уровня дизельного топлива. Если топливный датчик (конденсатор) полностью заполнен топливом, то емкость максимальна, а когда топливо из датчика израсходуется, то емкость уменьшается примерно в 2 раза по сравнению с максимальной.

Для преобразования электрической емкости конденсатора в электрический сигнал служит преобразователь, размещенный в нижней части датчика. К электронному блоку датчик подключают с помощью разъема.

Для защиты от вибрации датчик установлен на амортизирующем кронштейне, с помощью которого его закрепляют на двигателе. Подключение датчика к топливной системе осуществляют шлангом с переходником.

При работе двигателя датчик наполняется топливом от системы топливоподачи низкого давления. При этом в верхней части датчика сжимается находящийся в нем воздух.

Для измерения расхода топлива отключают с помощью специально устанавливаемого электромагнитного клапана штатную систему топливоподачи. Двигатель начинает потреблять топливо из

датчика. При этом давление сжатого в нем воздуха обеспечивает нормальное наполнение плунжерных пар. Уровень топлива в датчике постепенно понижается, что вызывает изменение сигнала на выходе датчика. Электронный блок по этим изменениям вычисляет значение расхода.

3. Датчик частоты вращения предназначен для формирования сигнала в момент прохождения мимо него паза на маховике двигателя.

Конструктивно состоит из индуктивного датчика. Для подключения к электронному блоку на корпусе предусмотрен разъем. На двигатель датчик устанавливают вместо фиксатора маховика.

Сигнал этого датчика используется для определения частоты вращения и угла впрыска топлива.

4. Датчик впрыска топлива предназначен для определения момента и максимального давления впрыска топлива форсункой. Представляет собой тензопреобразователь давления, установленный в корпусе-тройнике. Для подключения к трубкам высокого давления используется легкоустанавливаемая муфта с сухарями и накидной гайкой.

Датчик соединяется с адаптером давления, который усиливает сигнал, формирует импульсный сигнал впрыска в момент достижения давления в трубке 16 МПа, а также формирует максимальное значение давления впрыска. Для подключения к электронному блоку используется разъем.

Для наблюдения характеристики сигнала впрыска и проведения углубленной диагностики топливной аппаратуры имеется коаксиальный разъем для подключения осциллографа.

5. Датчик компрессии предназначен для определения давления газов в надпоршневом пространстве в конце такта сжатия. Представляет собой тензопреобразователь давления, установленный в корпусе, по внешней форме повторяющем форсунку.

Для измерения компрессии датчик устанавливают в двигатель вместо форсунки. Датчик подключают (вместо датчика впрыска) к адаптеру давления, который усиливает сигнал, а также формирует максимальное значение давления газов.

6. Клапан электромагнитный предназначен для отключения штатной системы топливоподачи при измерении расхода топлива. Управляет клапаном электронный блок.

7. Кабель соединительный предназначен для подключения к электронному блоку всех датчиков и питающего напряжения. Для защиты цепей тестера от коротких замыканий в кабеле имеется встроенный плавкий предохранитель.

8. Пенал предназначен для хранения уплотнительных шайб и прокладок запасного предохранителя.

Работа тестера основана на динамическом методе диагностических испытаний, согласно которому двигатель испытывается в тестовом режиме свободного разгона без использования внешних нагрузочных устройств. В процессе такого разгона он полностью загружается силами инерции и внутреннего сопротивления. Мощностные параметры рассчитываются по ускорению коленчатого вала, а расход топлива – по его максимальному значению в процессе разгона двигателя.

Прибор в основных режимах работает следующим образом [17].

1. Измерение частоты вращения коленчатого вала.

Используется стандартная методика – измеряется длительность оборота коленчатого вала и вычисляется

$$n = K / T_{\text{об}}, \quad (3.19)$$

где K – постоянный коэффициент.

2. Определение мощности и начала действия регулятора.

Эффективная мощность вычисляется по значениям угловых ускорений коленчатого вала в режиме свободного разгона:

$$N_e = I \cdot E \cdot n, \quad (3.20)$$

где I – приведенный момент инерции двигателя;

E – угловое ускорение коленчатого вала;

n – частота вращения.

Отличительной особенностью устройства является то, что значения ускорений для расчета мощности берутся из динамической скоростной характеристики (зависимости ускорения разгона или выбега от частоты вращения), полученной дифференцированием интерполированных значений частоты вращения $n(t)$ с помо-

щью рациональных кубических сплайн-функций. Такой подход позволяет иметь в памяти прибора скоростную характеристику, по которой определяются координаты точки максимальной мощности (начало действия регулятора и номинальная мощность), а также мощность в любой точке скоростной характеристики. Для повышения точности используется многократное измерение.

3. Измерение часового расхода топлива. Схема подключения устройства к топливной системе двигателя приведена на рис. 3.24.

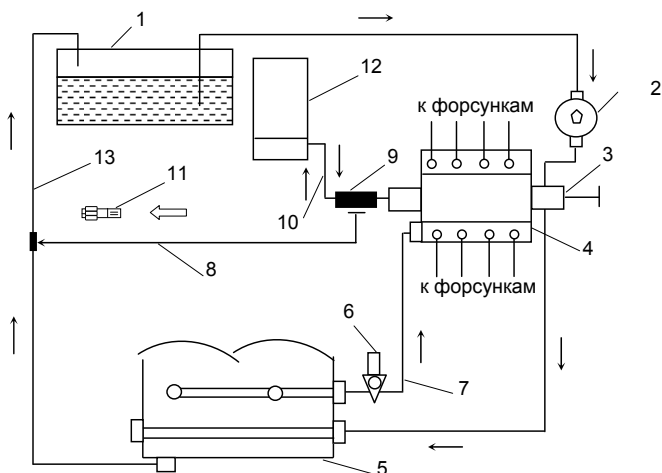


Рис. 3.24. Схема подключения топливного датчика к двигателю:

1 – топливный бак; 2 – фильтр грубой очистки; 3 – топливopодкачивающий насос; 4 – топливный насос высокого давления; 5 – фильтр тонкой очистки; 6 – клапан электромагнитный; 7 – подводящий топливopровод к насосу высокого давления; 8 – отводящий топливopровод от насоса высокого давления; 9 – штуцер переходной (устанавливается вместо перепускного клапана); 10 – подводящий шланг топливного датчика; 11 – клапан перепускной; 12 – датчик топливный; 13 – топливopровод обратного слива

При работе двигателя топливный датчик заполняется топливом от штатной топливной системы. Находящийся в корпусе датчика воздух вытесняется в его верхнюю часть и сжимается до давления, задаваемого клапаном-жиклером. После наполнения датчика включается запорный клапан, отсоединяющий штатную систему топливopодачи низкого давления двигателя. При этом

топливо из датчика под давлением сжатого в нем воздуха поступает в топливный насос высокого давления.

Производят свободный разгон двигателя. Характеристика расхода топлива в динамическом режиме при единичном тестовом воздействии на рычаг управления регулятором подачи топлива приведена на рис. 3.25. Здесь можно выделить несколько характерных участков. На интервале 1–2 двигатель работает на минимальной частоте вращения холостого хода с величиной расхода $G_{\min.x}$.

Точка 2 соответствует моменту резкого перемещения оператором рычага управления регулятором в положение максимальной подачи. Двигатель переходит в режим свободного разгона – частота вращения вала изменяется от минимальной до максимальной (интервал 2–4). Причем участок 2–3 этого интервала соответствует корректорной, участок 3–4 – регуляторной ветви внешней скоростной характеристики, а точка 3 – переход с корректорного на регуляторный участок.

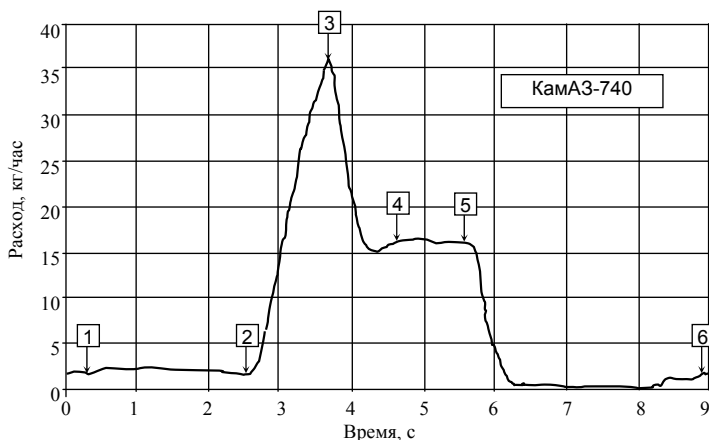


Рис. 3.25. Характеристика расхода топлива в динамическом режиме

В этой точке достигаются номинальная мощность двигателя и соответствующее ей максимальное значение расхода топлива $G_{\max}$, которое идентично величине расхода топлива при стендовом нагружении.

На интервале 4–5 двигатель работает на максимальной частоте вращения холостого хода с величиной расхода $G_{\max x}$. В момент времени 5 оператор переводит рычаг управления в положение минимальной подачи топлива и на интервале 5–6 происходит свободный выбег-переход от максимальной частоты вращения к минимальной.

Таким образом, для измерения расхода топлива в динамическом режиме необходимо определить ординату точки 3.

Измерение основано на следующем. Известно, что расход жидкости (топлива) выражается отношением

$$Q = dV/dt, \quad (3.21)$$

где dV – изменение объема топлива в датчике за время dt .

Имея датчик с постоянным по высоте сечением S , у которого $dV = S \cdot dh$, получаем

$$Q = S \cdot dh/dt, \quad (3.22)$$

где h – уровень топлива в топливном датчике.

Таким образом, для измерения расхода топлива необходимо дифференцирование выходного сигнала и регистрация его максимального значения.

4. Определение удельного расхода топлива. В процессе разгона производится синхронная запись в память тестера сигнала топливного датчика и длительности каждого оборота коленчатого вала. По записанным значениям тестер рассчитывает номинальную мощность N_e и часовой расход топлива $G_{\max}$, затем вычисляет удельный расход:

$$g_e = G_{\max} / N_e. \quad (3.23)$$

5. Измерение угла опережения впрыска топлива. Угол опережения впрыска топлива определяется как фазовый угол между импульсом от метки впрыска на маховике и импульсом от датчика впрыска топлива, подключаемого к одной из трубок высокого давления.

Используемый алгоритм позволяет выполнить измерение для любого цилиндра двигателя, а конструкция присоединительного устройства обеспечивает минимальную трудоемкость подключения датчика.

В приборе предусмотрена также возможность измерения максимального давления впрыска топлива.

6. Определение равномерности работы цилиндров. Равномерность работы определяется по известной методике – способом отключения цилиндров.

Подготовка прибора к работе. Прежде чем начать работу с устройством, необходимо изучить руководство по эксплуатации.

Управление тестером производится с помощью клавиатуры. Каждая кнопка клавиатуры имеет световой индикатор, указывающий на включение соответствующего режима.

Функциональное назначение кнопок:

Кнопка **«ЗАПИСЬ»** предназначена для включения тестера в режим записи информации с датчиков в режиме разгона двигателя. При нажатии этой кнопки тестер сначала переходит в режим контроля заполнения датчика, загорается индикатор «Заполнение, %» и индицируется процент заполнения топливом. Измерения могут начаться, когда датчик заполнится более чем на 80%. При этом индикатор «Заполнение, %» гаснет, загорается «Измерение», а в левой части цифрового индикатора высвечивается цифра «0». После этого выполняют шесть разгонов, и тестер автоматически переходит к расчету параметров. Рассчитанные значения последовательно высвечиваются на цифровом индикаторе.

В дальнейшем рассчитанные значения параметров хранятся в памяти и могут быть (до нажатия кнопки **«СБРОС»**) высвечены на индикаторе нажатием соответствующих кнопок.

«Расход макс., кг/ч» – выводит на индикацию значение максимального расхода топлива в процессе разгона двигателя.

«Расход удельный» – выводит на индикацию значение удельного расхода топлива.

«ВВОД» – переводит тестер в режим, когда можно задать частоту вращения, на которой необходимо определить ускорение разгона после произведенной записи. Для перевода в данный режим надо нажать кнопки «Ускорение» и затем «ВВОД».

Когда горит индикатор кнопки «ВВОД», остальным кнопкам присваивается указанное на них цифровое значение. Вводимое

значение частоты вращения может иметь до четырех цифр. Набираемые цифры высвечиваются на цифровом индикаторе. Если набирается больше четырех цифр, то набор начинается заново. Этим можно пользоваться при ошибках в наборе.

После окончания набора необходимо повторно нажать кнопку «ВВОД», индикатор кнопки погаснет, а на цифровом индикаторе высветится значение ускорения на указанной частоте вращения.

Если же после этого нажатия цифры на индикаторе начинают мигать, то это указывает на то, что набранная частота вращения находится за пределами записанной в прибор информации. В этом случае необходимо еще раз нажать кнопку «ВВОД» и ввести другое значение частоты вращения.

«Л.С.» – позволяет выводить на индикацию значение мощности в лошадиных силах.

В исходном состоянии при нажатии кнопок «Мощность эффектив.» или «Мощность потерь» индицируются значения мощности в киловаттах.

При нажатии кнопки «Л. С.» загорается ее индикатор, а значения мощности индицируются в лошадиных силах.

При повторном нажатии индикатор гаснет, а значение мощности индицируется в киловаттах.

«**Мощность эффектив.**» – нажатие кнопки высвечивает на индикации значение максимальной эффективной мощности двигателя.

«**Мощность потерь**» – нажатие кнопки высвечивает на индикации значение условной мощности механических потерь.

«**Настройка регулятора**» – выводит на индикацию значение частоты вращения, на которой развивается максимальная эффективная мощность.

Мощность механических потерь определяется при работе двигателя на этой же частоте вращения.

«**Ускорение**» – выводит на индикацию значение ускорения разгона на частоте вращения 2000 об/мин при первом нажатии кнопки после выполнения записи или частоте, набранной на клавиатуре после нажатия кнопки «ВВОД».

Примечание. Указанные кнопки предназначены только для управления обработкой записанной информации. Без записанной информации нажатие этих кнопок не дает никакого результата.

«Угол впрыска» – при подключенном датчике впрыска тестер измеряет угол между пазом для фиксатора на маховике и моментом подачи топлива секцией насоса. Если подача топлива начинается раньше, чем поступает импульс от паза на маховике, угол считается положительным. При подаче топлива позже импульса от паза угол считается отрицательным и индицируется со знаком минус. Датчик может быть подключен к форсунке любого цилиндра.

«Расход часовой» – в этом режиме измеряется текущее потребление топлива двигателем на различных скоростных режимах холостого хода. При нажатии этой кнопки тестер переходит в режим контроля заполнения датчика – загорается индикатор «Заполнение, %» и индицируется процент заполнения топливом. Для выполнения измерений необходимо заполнение датчика более чем на 80 %. При этом индикатор «Заполнение, %» гаснет, на цифровом индикаторе продолжает индицироваться уровень топлива. Когда этот уровень уменьшится до 79 %, включится индикатор «Измерение» и на табло будет отображаться значение расхода топлива.

Когда уровень топлива в датчике снизится до 10 %, на индикации будет «0», начнет мигать индикатор «Заполнение». Для повторного наполнения датчика необходимо нажать кнопку «Сброс» и затем вновь «Расход часовой».

«Частота вращения» – измеряется и индицируется частота вращения коленчатого вала двигателя.

«Давление впрыска» – измеряется и индицируется максимальная величина давления в трубке высокого давления. Так как давление носит импульсный характер, то предусмотрено специальное запоминающее устройство, которое необходимо разряжать нажатием кнопки «Сброс». Поэтому перед каждым измерением необходимо нажимать кнопки «Сброс» и «Давление впрыска».

«Компрессия» – измеряется давление газов в цилиндре двигателя в конце такта сжатия при помощи датчика компрессии. По принципу действия этот режим аналогичен предыдущему, поэто-

му перед считыванием величины компрессии также необходимо нажимать кнопки «Сброс» и «Компрессия».

«Сброс» – отмена всех режимов, очистки памяти и перезапуска микроЭВМ.

Порядок выполнения работы

1. Установка датчика частоты вращения.

Вывернуть из картера маховика фиксатор. Вместо фиксатора завернуть датчик до упора и слегка подтянуть ключом.

В связи с большим разбросом расстояния от маховика до установочного места датчика необходимо проводить его замер. Для этого в комплекте имеется специальный щуп с меткой 37 мм. Щуп помещается в установочное отверстие датчика до упора в маховик. Если риска щупа находится выше или на уровне верхней кромки отверстия, то под датчик необходимо установить дистанционное кольцо, в противном случае кольцо не устанавливается [19, 20].

Примечание. Датчик должен заворачиваться от руки. При затруднениях прогнать резьбу в картере маховика метчиком М22×1,5.

2. Установка топливного датчика.

Отвернуть гайки 4 (рис. 3.26) крепления крышки топливного фильтра тонкой очистки 2 к двигателю, на выступающие части шпилек 3 установить топливный датчик 1, завернуть гайки.

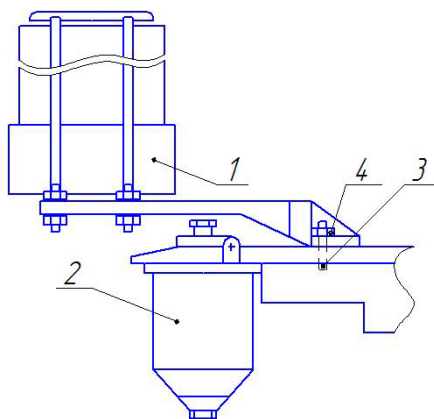


Рис. 3.26. Установка топливного датчика на двигателе:

- 1 – топливный датчик; 2 – фильтр тонкой очистки;
- 3 – шпилька крепления фильтра; 4 – гайка

3. Подключение топливного датчика.

Вывернуть перепускной клапан 7 (рис. 3.27) из корпуса топливного насоса высокого давления. На полую часть переходного штуцера 4 (из комплекта тестера) надеть наконечник подводящего шланга топливного датчика 1 и уплотнительные шайбы 3, завернуть отводящий штуцер топливного насоса 2 в отверстие для перепускного клапана. На гладкую часть штуцера надеть наконечник отводящей от топливного насоса высокого давления трубки 5 с уплотнительными шайбами и завернуть колпачковую гайку 6.

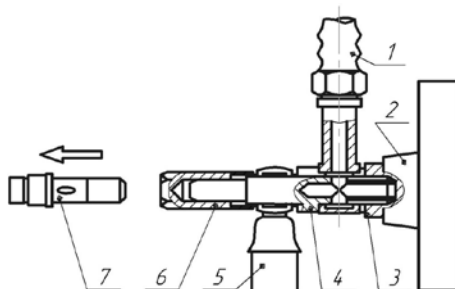


Рис. 3.27. Подсоединение топливного датчика

4. Установка электромагнитного клапана.

Отвернуть на крышке топливного фильтра тонкой очистки болт трубки, подводящей топливо к насосу высокого давления. На резьбовую часть клапана надеть уплотнительную шайбу 1 (рис. 3.28), наконечник трубки, резиновое уплотнительное кольцо 3, прижимную шайбу 4 и завернуть клапан 2 в отверстие в крышке фильтра.

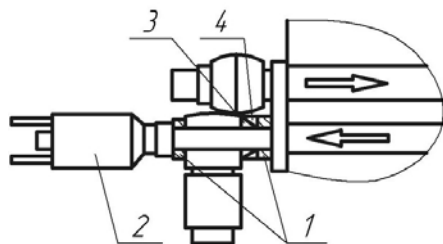


Рис. 3.28. Установка электромагнитного клапана

Резиновое уплотнительное кольцо предотвращает утечку топлива по резьбе в обход запорного элемента, поэтому его установка обязательна в строгом соответствии с рис. 3.28.

5. Установка датчика впрыска.

При измерении угла впрыска датчик 1 устанавливают на штуцер форсунки (рис. 3.29).

Для этого отвернуть гайки трубки высокого давления и гайку скобы ее крепления. На штуцер форсунки накрутить до упора муфту 5 переходного устройства, а затем отвернуть ее до такого положения, чтобы наконечник датчика впрыска можно было свободно установить в окно муфты.

Вставить наконечник датчика 1 в окно так, чтобы его конусный выступ совместился с отверстием штуцера 6. Установить трубку 2 с сухарями 4 и слегка поджать их накидной гайкой 3. Навернуть гайку на другом конце трубки на штуцер секции насоса 6, затем затянуть накидную гайку и гайку трубки с моментом, обеспечивающим плотное соединение.

Излишне сильная затяжка приводит к деформации и выходу из строя датчика впрыска, муфты и разрезной втулки.

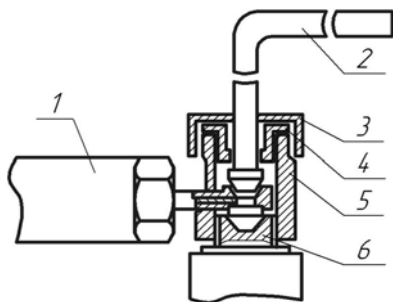


Рис. 3.29. Установка датчика впрыска

Тестер обеспечивает возможность измерения угла опережения впрыска по любому цилиндру двигателя. Для этого датчик впрыска устанавливается на форсунку соответствующего цилиндра.

При оценке работы муфты опережения впрыска датчик устанавливают на штуцер секции топливного насоса. Установка датчика аналогична вышеописанной.

Закрепить адаптер давления на трубках высокого давления с помощью пружинных скоб на его корпусе и подключить к нему разъем датчика впрыска.

6. Подключение соединительного кабеля.

Подключить разъемы соединительного кабеля к ответным разъемам электронного блока датчиков частоты вращения и топливного адаптера давления и клеммам клапана.

Используемые разъемы обеспечивают однозначное соединение элементов тестера.

7. Подключение тестера к аккумуляторным батареям.

Зажим «+» кабеля соединить с клеммой «+» аккумуляторной батареи, зажим «-» соединить с клеммой «-» второй батареи. На цифровом табло электронного блока тестера должна появиться цифра «0». Если табло не светится, проверить правильность подключения к аккумуляторным батареям, а также исправность предохранителя на плюсовой клемме.

Измерение частоты вращения коленчатого вала двигателя

1. Подготовка тестера к измерению.

Для измерения частоты вращения достаточно установить датчик частоты вращения на двигатель, подключить к электронному блоку.

2. Пустить двигатель.

3. Измерение частоты вращения.

Нажать кнопки «СБРОС», затем «*Частота вращения*» на электронном блоке. На цифровом индикаторе будут отображаться значения частоты вращения коленчатого вала двигателя.

4. Проверка правильности регулировки привода управления подачей топлива, болтов ограничения подачи.

Установить педалью управления подачей топлива минимальную устойчивую частоту вращения коленчатого вала двигателя. Для прогретого двигателя она должна быть не более 600 об/мин.

Установить максимальную частоту вращения. Частота вращения холостого хода двигателя при этом должна быть в пределах 2850–2930 об/мин.

В случае несоответствия частоты вращения нормативной восстановить ее значения регулировкой привода управления

подачей топлива и болтами ограничения минимальной и максимальной частоты вращения.

Проверка системы топливоподачи низкого давления

Проверка выполняется перед измерением мощностных и топливных показателей двигателя, т.к. для заполнения топливного датчика необходимо номинальное давление в системе топливоподачи.

1. Подготовка тестера к измерениям.

Установить и подключить топливный датчик и датчик частоты вращения, а также электромагнитный клапан.

2. Пустить двигатель.

3. Подключить электронный блок.

4. Проверка работы системы топливоподачи низкого давления.

Нажать кнопки **«СБРОС»**, затем **«Расход часовой»** на электронном блоке. Установить среднюю частоту вращения коленчатого вала двигателя. На цифровом индикаторе будет отображаться степень заполнения топливного датчика в процентах. Если датчик заполнен более чем на 80 % – давление не ниже нормативного (1,8 кг/см²).

При заполнении датчика менее чем на 80 % изменением частоты вращения коленчатого вала двигателя добиться заполнения датчика. Если датчик не заполняется, то это означает, что давление в системе меньше 1,8 кг/см² – система топливоподачи низкого давления неисправна и дальнейшие измерения невозможны. В этом случае необходимо найти и устранить неисправности в системе (проверить засоренность фильтрующих элементов фильтра тонкой очистки топлива, регулировку клапана-жиклера, подачу топливного насоса низкого давления).

Проверка качества настройки регулятора

1. Установить датчик частоты вращения и проверить правильность его установки.

2. Подготовить прибор АДТ к измерению.

3. Проверить правильность регулировки привода управления подачей топлива.

4. Запустить двигатель, нажать кнопки **«СБРОС»**, а затем **«Частота вращения»** на электронном блоке. На цифровом ин-

дикаторе отображается текущее значение частоты вращения коленчатого вала двигателя.

5. Установить двигателю вначале минимально устойчивую частоту вращения коленчатого вала, а затем максимальную. Полученные значения занести в диагностическую карту и сопоставить с нормативными значениями. Дать предварительное заключение о техническом состоянии двигателя.

Проверка системы топливоподачи низкого давления

1. Установить на двигатель датчики расхода топлива и частоты вращения коленчатого вала двигателя, подключить их к прибору. Установить электромагнитный клапан.

2. Запустить двигатель и подключить электронный блок.

3. Нажать кнопку **«СБРОС»**, а затем **«Расход часовой»** на электронном блоке. Установить среднюю частоту вращения коленчатого вала двигателя. На цифровом индикаторе будет отображаться степень заполнения датчика расхода топлива в процентах. Если датчик заполнен на 80 %, давление в системе соответствует нормативному (0,18 МПа). При заполнении датчика на данном скоростном режиме менее 80 % попытаться заполнить его, изменяя скоростной режим. Если датчик не заполняется, то система топливоподачи неисправна. Занести результаты проверки в диагностическую карту и устранить неисправность. Возможные неисправности: фильтр тонкой очистки топлива, клапан-жиклер, подкачивающий насос.

Проверка топливно-энергетических показателей работы двигателя

Подготовительные операции:

- установить на двигатель датчики расхода топлива и частоты вращения, электромагнитный клапан;
- запустить двигатель и прогреть его до температуры охлаждающей жидкости – до 75–90 °С;
- установить рычаг включателя гидромфты вентилятора в положение **«П»**.

1. Измерение расхода топлива на холостом ходу:

- установить среднюю частоту вращения;
- нажать кнопки **«СБРОС»**, а затем **«Расход часовой»**. На индикаторе будет индцироваться уровень заполнения датчика рас-

хода топлива в %. Изменяя частоту вращения, довести уровень до 80 %;

– установить минимально устойчивую частоту вращения и зарегистрировать показания прибора. Провести аналогичный замер на устойчивой максимальной частоте вращения. Занести показания прибора в диагностическую карту и дать заключение о техническом состоянии топливоподающей аппаратуры.

2. Измерение основных общих показателей технического состояния двигателя.

– Нажать последовательно кнопки **«СБРОС»**, а затем **«Запись»**. При необходимости заполнить датчик до требуемого уровня. Прибор готов к измерениям, если в левой части индикатора высвечивается **«0»**.

– Выполнить шесть циклов **«Разгон – выбег»**. Каждый цикл начинается с минимально устойчивой частоты вращения резким увеличением подачи топлива до максимального значения. При достижении двигателем максимальной частоты вращения подача топлива резко прекращается. При достижении двигателем минимальной частоты вращения цикл повторяется, при этом на индикаторе отображается количество выполненных циклов. После шестого цикла в правой части индикатора появляется **«0»**, и прибор переходит в режим расчета.

– Определение основных общих показателей работы двигателя.

Через 10–15 секунд после завершения серии циклов **«Разгон – выбег»** зарегистрировать значения показателей, которые высвечиваются на индикаторе после нажатия соответствующей кнопки:

– мощность двигателя – нажать кнопку **«Мощность эффективная»**, – на индикаторе высвечивается мощность в кВт; если необходимо перевести в л. с. – нажать кнопку **«Л.С.»**;

– частота вращения, соответствующая началу действия регулятора, – нажать кнопку **«Настройка регулятора»**;

– максимальный часовой расход топлива – нажать кнопку **«Расход топлива»**;

– мощность механических потерь – нажать кнопку **«Мощность потерь»**.

Скоростная характеристика двигателя:

1. Нажать кнопку «**Ускорение**». На индикаторе высвечивается значение ускорения при частоте вращения 2000 об/мин.

2. Нажать кнопку «**ВВОД**» и набрать на клавиатуре необходимую частоту вращения.

3. Повторно нажать кнопку «**ВВОД**». На индикаторе высвечивается ускорение, соответствующее набранной частоте вращения. Записать показания. Аналогично получают необходимое количество значений для построения скоростной характеристики.

4. Определить запас крутящего момента двигателя по формуле [17]:

$$K = \left(\frac{\varepsilon_{M \max}}{\varepsilon_{Ne \max}} - 1 \right) 100, \%, \quad (3.24)$$

где $\varepsilon_{M \max}$ – ускорение свободного разгона при частоте вращения, соответствующей максимальному крутящему (эффективному) моменту. $\Pi_{M \max} = 1600$ об/мин;

$\varepsilon_{Ne \max}$ – ускорение свободного разгона при частоте вращения, соответствующей максимальной мощности.

$\Pi_{Ne \max} = 2600$ об/мин.

5. Определить условную индикаторную мощность двигателя по формуле [17]:

$$N_i = N_e + N_t, \text{ кВт (л} \cdot \text{с)}, \quad (3.25)$$

где N_i, N_e, N_t – соответственно индикаторная, эффективная мощности и мощность механических потерь.

Результаты измерений занести в диагностическую карту и дать заключение о техническом состоянии двигателя.

Проверка неравномерности распределения мощности по цилиндрам

При эксплуатационном контроле операция выполняется в случае, если занижена мощность, а общие показатели систем (расход топлива, установочный угол опережения впрыска топлива, сопротивление воздухоочистителя, начало действия регулятора) находятся в норме.

1. Подготовить двигатель и прибор к измерениям (см. «Подготовительные операции»).

2. Определить максимальную эффективную мощность двигателя при работе на всех цилиндрах.

3. Отключить один из цилиндров двигателя и установить минимально устойчивую частоту вращения.

4. Выполнить серию из шести циклов «Разгон – выбег».

5. Нажать кнопку **«Мощность эффективная»** и занести показания прибора в диагностическую карту.

6. Выполнить аналогичные операции, отключая поочередно каждый из оставшихся цилиндров.

7. Определить индикаторную мощность каждого цилиндра по формуле $N_i^1 = N_e^{\max} - N_{ez-1}$ и занести в диагностическую карту.

8. Найти максимальное и минимальное значения индикаторной мощности цилиндра и определить неравномерность распределения мощности по цилиндрам по формуле [17]:

$$\delta_{N_i} = \frac{N_{i\max}^1 - N_{i\min}^1}{2(N_{i\max}^1 - N_{i\min}^1)} \cdot 100, \%, \quad (3.26)$$

где N_i^1 – индикаторная мощность одного цилиндра.

Занести результат расчета и на основании всех полученных данных дать заключение о техническом состоянии двигателя. Наметить при необходимости предварительный алгоритм поиска неисправностей.

Проверка технического состояния основных систем двигателя

Подготовить двигатель и прибор к работе.

Измерение давления топлива в линии нагнетания и угла опережения впрыска:

1. Установить датчик частоты вращения и адаптер давления.

2. Установить на штуцер форсунки первого цилиндра датчик впрыска топлива.

3. Запустить двигатель и установить минимальную частоту вращения. Нажать последовательно кнопки **«Сброс»**, а затем **«Давление впрыска топлива»**. Зарегистрировать показания прибора. Измерение провести трехкратно. Перед каждым измерением необходимо нажать кнопки **«Сброс»** и **«Давление впрыска»**. Провести аналогичные измерения при максимальной частоте вращения и при свободном разгоне двигателя.

Средние значения движений занести в диагностическую карту и сопоставить с нормативными.

4. Установить частоту вращения коленчатого вала двигателя 1000–1200 об/мин.

5. Нажать последовательно кнопки **«Сброс»**, а затем **«Угол впрыска»**. На индикаторе прибора регистрируется угол между пазом для фиксатора на маховике и моментом впрыска топлива (отклонение фактического угла впрыска от номинального). Знак «—» на индикаторе означает поздний впрыск.

6. Занести показания прибора в диагностическую карту и сопоставить с нормативным значением.

Проверка работы муфты опережения впрыска:

– замерить угол опережения впрыска топлива при частоте вращения 2200 об/мин;

– найти разность значений угла опережения впрыска при 2200 и 1000 об/мин. Если разность меньше 7° , то муфта исправна.

Измерение компрессии в цилиндрах.

1. Снять форсунку проверяемого цилиндра.

2. Установить вместо форсунки датчик компрессии с уплотнительной шайбой и закрепить его скобой.

3. Подключить разъем датчика к адаптеру давления вместо датчика впрыска.

4. Запустить двигатель и установить минимальную частоту вращения.

5. Нажать последовательно кнопки **«Сброс»**, **«Компрессия»**. Операцию измерения выполнить трехкратно. Среднее значение занести в диагностическую карту.

6. Провести при необходимости измерение компрессии во всех цилиндрах и определить максимальную разность давлений. Она не должна превышать 2 кг/см^2 (2 атм).

Контрольные вопросы

1. Объясните общее устройство прибора дизель-тестер АДТ.
2. Какие датчики применяются в приборе дизель-тестер АДТ?
3. В чем преимущество диагностирования двигателя дизель-тестером АДТ?

4. По какому принципу определяют расход топлива?
5. Сущность проверки неравномерности распределения мощности по цилиндрам.
6. Расскажите о проверке топливно-энергетических показателей работы двигателя.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Диагностика системы питания и системы зажигания бензинового двигателя

Цель работы – получить практические навыки по диагностированию системы питания и системы зажигания бензинового двигателя.

Содержание работы. Изучить устройство и принцип работы стробоскопа и прибора НИИАТ-527Б. Освоить технологию контроля основных показателей работы двигателя.

Оборудование рабочего места:

- двигатель ЗМЗ-53;
- стробоскоп;
- прибор НИИАТ-527Б;
- слесарный инструмент.

Правила техники безопасности при выполнении лабораторной работы.

1. Подключение и отключение стробоскопа только при неработающем двигателе.

2. Категорически запрещается прикосновение к частям, освещаемым стробоскопической лампой и кажущимся неподвижными вследствие стробоскопического эффекта!

Общие сведения. Стробоскоп представляет собой осветительный прибор с импульсным источником света (рис. 3.30), предназначен для:

- измерения числа оборотов (частоты вращения) коленчатого вала двигателя;
- проверки момента зажигания рабочей смеси и измерения начального угла опережения зажигания карбюраторных четырехтактных двигателей с номинальным напряжением электрооборудования 12 В постоянного тока;

- наблюдения за движущимися частями двигателя;
- снятия характеристики центробежного регулятора и зависимости угла опережения от степени разряжения в смесительной камере карбюратора по пороговым значениям оборотов К.В.

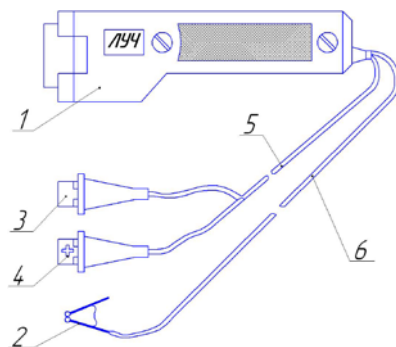


Рис. 3.30. Стробоскоп:

- 1 – корпус, 2 – датчик, 3 – зажим «-», 4 – зажим «+»,
5 – шнур питания, 6 – провод датчика

Питание стробоскопа осуществляется от источника постоянного тока напряжением 12 В (отклонение напряжения питания $-10 \dots +25\%$).

Мощность, потребляемая стробоскопом от источника постоянного тока, – не более 15 Вт.

Режим работы стробоскопа – повторно-кратковременный: работа – не более 10 мин, пауза – не менее 5 мин.

Верхний предел измеряемой частоты вращения коленчатого вала двигателя – 6000 об/мин.

Верхний предел измерения угла опережения зажигания по коленчатому валу двигателя – 60° .

Основная погрешность во всем диапазоне измерений угла опережения зажигания и частоты вращения должна быть не более 4% в интервале питающего напряжения от 10,8 до 15 В и отклонении стробоскопа от горизонтального положения вверх или вниз на угол не более 45° .

Стробоскоп необходимо использовать при температуре окружающего воздуха от $+10$ до $+35^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 80% при 20°C .

Устройство и принцип действия стробоскопа

Стробоскоп выполнен в виде пистолета, корпус которого состоит из двух половин, изготовленных из ударопрочного полистирола, скрепленных винтами и пружинным кольцом. На ствол пистолета надета втулка, в которую вставлена линза для фокусировки светового потока лампы. На противоположной стороне, обращенной к оператору, находится микроамперметр. На рукоятке имеется кнопка переключения рода работ, ручка потенциометра регулировки задержки, что позволяет производить все операции одной рукой. В нижней части рукоятки имеется резиновая втулка, через которую проходят шнур питания и провод датчика. Шнур питания заканчивается двумя зажимами, помещенными в резиновые втулки. На губках зажимов имеется маркировка полярности. Датчик состоит из двух частей, в каждой из которых находится ферромагнитный сердечник. На одном из сердечников имеется катушка индуктивности. В корпусе стробоскопа расположены три печатных платы, на которых размещены все элементы электрической схемы.

Стробоскоп обеспечивает работу в двух режимах измерения:

- частоты вращения, при котором измеряется среднее значение напряжения последовательности импульсов с постоянной амплитудой, длительностью и периодом повторения, пропорциональным частоте вращения;

- угла опережения зажигания, при котором измеряется среднее значение напряжения последовательности импульсов с постоянной амплитудой и скважностью, пропорциональной углу опережения зажигания.

Измерение частоты вращения коленчатого вала двигателя основано на измерении среднего значения напряжения последовательности импульсов, калиброванных по длительности и амплитуде, вырабатываемых ждущим мультивибратором, и частота повторения которых пропорциональна частоте вращения коленчатого вала двигателя.

Проверка угла опережения зажигания производится стробоскопическим методом по контрольным меткам, имеющимся на шкиве коленчатого вала двигателя (отверстие) и корпусе огра-

ничителя числа оборотов коленчатого вала двигателя (гребенка), при совмещении которых поршень в первом цилиндре будет находиться в верхней мертвой точке (в.м.т.).

Для получения стробоскопического эффекта используется импульсная лампа, вспышки которой синхронизированы с моментом искрообразования в первом цилиндре двигателя. Из-за стробоскопического эффекта вращающаяся метка кажется неподвижной. Положение этой метки (на шкиве) относительно метки на корпусе ограничителя числа оборотов двигателя (гребенка) показывает фактический угол опережения зажигания, а изменение этого положения при изменении частоты вращения коленчатого вала и нагрузки двигателя показывает работу автоматов опережения. Измерение угла опережения зажигания производится путем изменения величины задержки вспышек лампы до момента совпадения контрольных меток. В этот момент измерительный прибор стробоскопа будет показывать угол опережения зажигания.

Подготовка стробоскопа к работе

1. Протереть линзу и корпус стробоскопа сухой мягкой тканью (фланелью).

2. Контрольные метки рекомендуется обозначить мелом для облегчения наблюдения за ними.

3. Присоединить зажим «+» к положительной клемме аккумуляторной батареи, а зажим «-» к блоку двигателя. (При изменении полярности подключения стробоскоп работать не будет. Изменение полярности не приводит к поломке прибора.) [21]

4. Присоединить датчик на высоковольтный провод первого цилиндра.

Установка зажигания

Установка зажигания необходима для правильного соединения распределителя с приводом от двигателя и со свечами зажигания для того, чтобы искра в цилиндры двигателя подавалась в нужные моменты. Установка зажигания включает (в себя) следующие основные операции:

– установку поршня первого цилиндра двигателя в в.м.т., конца такта сжатия, что определяется через отверстие вывернутой свечи по давлению в цилиндре;

– установку прерывателя в положение, при котором контакты начинают размыкаться;

– подключение проводов от распределителя к свечам в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя.

Таким образом, при правильной установке распределителя на двигателе проверка установки зажигания требует выполнения следующих операций:

1. Поворачивая коленчатый вал двигателя пусковой рукояткой, совместить при такте сжатия в первом цилиндре отверстие на шкиве коленчатого вала с риской 90 на указателе (гребенке) установки опережения зажигания, закрепленном на датчике (корпусе) ограничителя числа оборотов коленчатого вала двигателя.

2. Отпустить болты крепления пластин октан-корректора к блоку двигателя и вращением регулировочных винтов установить стрелку октан-корректора против середины шкалы (0) и туго завернуть болты. Ослабить винт крепления верхней пластины к корпусу распределителя. Отсоединить трубку вакуумного регулятора.

3. Присоединить контрольную электрическую лампу (переносная, подкапотная) одним проводом к массе, а другим – к зажиму провода низкого напряжения прерывателя (винт на корпусе прерывателя рядом с конденсатором), т.е. включить параллельно контактам (неподвижного и подвижного) прерывателя переносную контрольную электрическую лампу.

4. Включить зажигание и медленно поворачивать корпус распределителя в направлении, противоположном вращению валика распределителя (против движения часовой стрелки), до того момента, пока не начнут размыкаться контакты прерывателя, устранив предварительно зазор в приводе кулачка прерывателя, и затянуть в этом положении винт крепления верхней пластины к корпусу распределителя. Начало размыкания контактов прерывателя характеризуется загоранием контрольной лампы. При замкнутых контактах и включенном зажигании лампа не горит.

5. Зафиксировать это положение корпуса прерывателя-распределителя, затянув винт (болт) его крепления на двигателе, и присоединить трубку к штуцеру вакуумного регулятора.

6. Поставить крышку распределителя на корпус и соединить провод, к электроду (гнездо бокового контакта крышки распределителя) которого подошла разносная пластина ротора распределителя («бегунок») со свечой первого цилиндра. Остальные провода соединить со свечами в соответствии с направлением вращения ротора и порядком работы цилиндров двигателя 1–5–4–2–6–3–7–8, т.е. провод от пятой свечи – ко второму контакту, провод от четвертой свечи – к третьему контакту, от второй свечи – к четвертому контакту, от шестой свечи – к пятому контакту, от третьей свечи – к шестому контакту, от седьмой свечи – к седьмому контакту, от восьмой свечи – к восьмому контакту.

Внимание. Окончательную установку зажигания проверяют при движении автомобиля при прогревом двигателя и уточняют регулировку гайками октан-корректора. Зажигание должно быть как можно более ранним, но без признаков детонаций в двигателе при нормальных нагрузках и плавном их возрастании. На прогревом двигателе при движении на прямой передаче и резком полном открытии дроссельной заслонки разгон нагруженного автомобиля от скорости 20–25 км/ч до скорости 50 км/ч (т.е. при резкой перегрузке двигателя) должен сопровождаться появлением ощутимой детонации. Если детонация совершенно не наблюдается, надо увеличить угол опережения зажигания, а при усиленной детонации уменьшить его.

Измерение частоты вращения (числа оборотов) коленчатого вала двигателя:

1. Запустить двигатель.
2. Нажать кнопку измерения числа оборотов на рукоятке пистолета стробоскопа.
3. Произвести отсчет числа оборотов по шкале прибора.

Примечание. 1. Для определения частоты вращения коленчатого вала двигателя показания прибора нужно умножить на 100.

2. При обнаружении в работе пропусков и импульсов датчик перевернуть на высоковольтном проводе на 180°.

3. Замеры провести на трех режимах оборотов (пороговых значениях): минимально устойчивые (400–500 об/мин), средние (2000 об/мин), максимальные (3000 об/мин).

Проверка и установка начального угла опережения зажигания

1. Запустить двигатель и установить наименьшие устойчивые обороты холостого хода коленчатого вала двигателя, при которых центробежный регулятор еще не работает (400–500 об/мин).

2. Отпустить кнопку стробоскопа и осветить контрольные метки. В результате стробоскопического эффекта вращающаяся метка будет казаться неподвижной. При наличии метки момента зажигания (на шкиве коленчатого вала двигателя) она должна совпадать с неподвижной меткой (на корпусе ограничителя числа оборотов двигателя).

3. Если метки не совпадают, необходимо повернуть регулятор задержки, находящийся на рукоятке стробоскопа, до совпадения меток.

4. Зафиксировать по шкале прибора значение начального угла опережения зажигания и сравнить его с нормативным (нормативный начальный угол опережения зажигания должен быть равен 5–7 для двигателя ЗМЗ-53).

5. Если зафиксированный по шкале прибора начальный угол опережения зажигания не соответствует нормативному, то необходимо отрегулировать начальный угол опережения зажигания. Для этого, поворачивая регулятор задержки, установить по шкале прибора нормативное значение угла опережения зажигания 5–7 и, поворачивая корпус распределителя (предварительно ослабив крепление последнего), не останавливая двигатель, добиться совпадения меток, после чего закрепить корпус распределителя.

Примечание. Если при проверке положение вращающейся метки не стабильно, то это может быть вызвано неисправностью распределителя:

- износом деталей привода распределителя;
- заеданием рычажка прерывателя на оси.

Проверка работы центробежного регулятора

1. Запустить двигатель и установить минимально-устойчивые холостые обороты (500–600 об/мин) двигателя, затем плавно увеличивать число оборотов. При этом вращающаяся метка долж-

на плавно, без рывков, сдвигаться относительно неподвижной, что свидетельствует об исправности центробежного регулятора.

2. Установить частоту вращения коленчатого вала двигателя, равную 2000 об/мин (с помощью рычага управления дроссельной заслонки карбюратора), контролируя ее по шкале прибора и считая, что пункт 5 предыдущего задания выполнен безукоризненно.

3. Отпустить кнопку стробоскопа и осветить контрольные метки. Зафиксировать по шкале прибора суммарный угол опережения зажигания, создаваемый центробежным и вакуумным автоматами. Суммарный угол опережения зажигания при 2000 об/мин должен соответствовать нормативным:

- суммарный угол опережения зажигания, создаваемый центробежным и вакуумным автоматами опережения зажигания, – $40^{\circ} \pm 3^{\circ}$;

- угол опережения зажигания, создаваемый центробежным автоматом опережения зажигания, – $29^{\circ} \pm 3^{\circ}$;

- угол опережения зажигания, создаваемый вакуумным автоматом опережения зажигания, – $12^{\circ} \pm 2^{\circ}$.

Примечание. Если полученное значение отличается от нормативного, то это может быть вызвано следующими причинами:

- неправильным натяжением пружин грузиков;
- заеданием грузиков на осях и в прорезях;
- загрязнением или окислением деталей центробежного регулятора;
- ослаблением пружины вакуумного автомата опережения зажигания;
- неисправным состоянием трубки и корпуса вакуумного автомата опережения зажигания (подсос воздуха).

4. Остановить двигатель и устранить перечисленные выше причины, вызывающие отклонение суммарного угла опережения зажигания и повторить пункт 3.

5. Отсоединить трубку вакуумного автомата от распределителя, запустить двигатель и измерить угол опережения зажигания, создаваемый центробежным автоматом при частоте вращения 2000 об/мин, повторить пункт 3.

Зафиксировать по шкале прибора значение измеряемого параметра. Угол опережения зажигания, создаваемый центробежным автоматом, должен соответствовать нормативному – $29^\circ \pm 3^\circ$.

6. Определить угол опережения зажигания, создаваемый вакуумным автоматом, по разности замеров в пунктах 4 и 5. Угол опережения зажигания, создаваемый вакуумным автоматом, должен соответствовать нормативному – $12^\circ \pm 2^\circ$.

Проверка бензонасоса

Назначение и устройство прибора НИИАТ-527Б. Прибор предназначен для проверки максимального давления, развиваемого бензонасосом, и герметичности его клапанов [17]. Прибор имеет манометр с ценой деления $0,02 \text{ кгс/см}^2$ с пределом измерения 1 кгс/см^2 , который служит для замера максимального давления, развиваемого насосом, и перепада давления при негерметических клапанах бензонасоса и карбюратора. Прибор присоединяется к бензопроводу бензонасоса сменным присоединительным штуцером (короткая часть), противоположная часть прибора (длинная трубка) присоединяется к карбюратору сменным присоединительным штуцером. Прибор имеет кран для прекращения подачи бензина, которая осуществляется с помощью иглы крана. Для подвешивания под капотом двигателя у прибора имеется крючок (рис. 3.31).

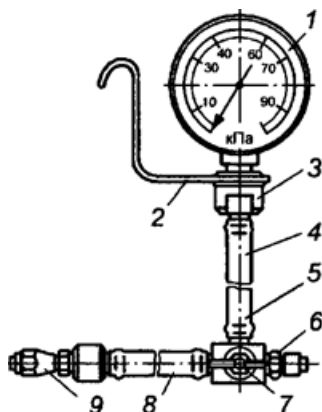


Рис. 3.31. Прибор НИИАТ-527Б:

1 – манометр; 2 – крючок; 3 – корпус; 4, 5 и 8 – патрубки; 6 и 9 – штуцеры; 7 – трехходовой кран

Подготовка прибора модели НИИАТ-527Б к работе

1. Подвесить прибор под капотом так, чтобы было удобно наблюдать за показаниями манометра и был свободный доступ к игле крана.

2. Отсоединить бензопровод от карбюратора.

3. Подобрать необходимые штуцеры, соответствующие данной марке бензонасоса.

4. Соединить прибор с карбюратором и бензопроводом, идущим от насоса.

Порядок выполнения работы:

1. Отвернуть иглу крана, запустить предварительно прогретый двигатель, установить минимально устойчивые обороты холостого хода (400–500 об/мин), записать и сверить показания прибора с нормативными данными:

– давление бензонасоса, кгс/см², на малой частоте вращения коленчатого вала – 0,20–0,30.

Примечание. Если прибор показал давление меньше вышеуказанного (0,20–0,30), то это свидетельствует о слабой пружине диафрагмы бензонасоса или повреждении диафрагмы.

2. Завернуть иглу крана, остановить двигатель и через 30 сек записать и сверить показания прибора с данными:

– давление бензонасоса, кгс/см², через 30 сек после остановки двигателя – не менее 0,15.

Давление меньше указанного свидетельствует о неисправности клапана насоса.

3. Вновь отвернуть иглу крана, запустить двигатель, установить малые обороты холостого хода, записать показания прибора, завернуть иглу крана, затем остановить двигатель. Через 30 сек записать показания прибора.

4. Сопоставить показания прибора по пункту 3 с показаниями прибора по пунктам 1 и 2. Разница в показаниях указывает на неплотность игольчатого клапана поплавковой камеры карбюратора.

Контрольные вопросы

1. Назначение и технические данные стробоскопа.

2. Назначение и технические данные прибора НИИАТ-527Б.

3. Принцип работы стробоскопа.

4. Принцип работы прибора НИИАТ-527Б.
5. Подготовка приборов к работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Диагностика состояния систем автомобиля с помощью компьютерной программы-сканера «АВТОАС-СКАН»

Цель работы – научиться определять техническое состояние узлов и механизмов автомобиля с помощью современных сканеров. Овладеть основными правилами и технологией диагностирования автомобилей. Приобрести навыки работы и определения общего технического состояния узлов автомобиля по зашифрованным кодам неисправностей.

Содержание работы. Изучить устройство и принцип работы компьютерной программы-сканера «АВТОАС-СКАН».

Оборудование рабочего места:

- автомобиль УАЗ-3160;
- программа-сканер «АВТОАС-СКАН»;
- ПК или ноутбук.

Правила техники безопасности при выполнении лабораторной работы.

1. Перед тестированием автомобиля с заведенным двигателем необходимо включить ручной тормоз и установить нейтральную передачу (РКПП) или положение парковки «Р» (АКПП).

2. При работе с заведенным двигателем нужно держать рабочее помещение хорошо вентилируемым или присоединить систему выпуска отработанных газов автомобиля к специальной вентиляционной системе помещения. Выхлопные газы содержат окись углерода СО и не сгоревшие частицы топлива СН, а также другие токсичные вещества, отравление которыми может привести к тяжелым последствиям для здоровья.

3. При нахождении диагностического разъема в подкапотном пространстве автомобиля подключение и отключение штекера прибора осуществлять только при неработающем двигателе.

4. Категорически запрещается прикосновение к вращающимся частям, находящимся в подкапотном пространстве, при

работе с прибором на заведенном двигателе, а также к нагретым элементам.

5. При подключении к автомобилю располагайте кабели таким образом, чтобы в процессе работы они не могли попасть во вращающиеся части двигателя.

6. Во избежание поражения электрическим током не допускается прикасаться к элементам системы зажигания при работающем двигателе.

Общие сведения. Компьютерная программа-сканер «АВТОАС-СКАН» предназначена для диагностики различных систем автомобилей отечественного и импортного производства (двигатель, АБС, подушки безопасности и др.) через диагностический интерфейс электронных блоков управления (ЭБУ).

Компьютерная программа-сканер «АВТОАС-СКАН» не является независимым измерительным средством, так как работает с диагностической информацией, получаемой от самого контроллера (ЭБУ, ECU) диагностируемой системы автомобиля. Следовательно, программа не позволяет фиксировать те неисправности, которые не определяет сам ЭБУ.

«АВТОАС-СКАН» выполнен в виде переносного прибора, состоящего из приборного блока и набора диагностических кабелей (рис. 3.32).

В состав «АВТОАС-СКАН» входит базовая программа и диагностические программные модули, структурированные по производителям автомобилей.

Функциональные особенности программы:

- производит считывание, расширяет и сбрасывает полученные данные;
- обменивается данными с блоками ЭБУ;
- отображает данные на управляющей системе ЭБУ;
- выводит данные в виде цифр и графиков;
- формирует группы параметров для конкретных целей;
- осуществляет выбор исполнительных механизмов;
- имеет режим допускового контроля.

Технические требования к управляющему компьютеру, ноутбуку: минимальные:

– операционная система Windows XP;

– оперативная память 512 Мб;

– USB-порт 2.0 (Host, тип A);

рекомендуемые:

– операционная система Windows XP/Vista/7/8 (32-х или 64-х разрядная);

– оперативная память 2 Гб;

– CD/DVD привод для инсталляции ПО;

– USB-порт 2.0 (Host, тип A).

Программные модули «АВТОАС-СКАН»

Программа «АВТОАС-СКАН» построена по модульному принципу и состоит из базового программного ядра и набора программных модулей, предназначенных для диагностики различных семейств автомобилей, как правило объединенных одним автопроизводителем.

Россия: ВАЗ, ЗАЗ, ИЖ, ГАЗ, УАЗ.

Южная Корея: HYUNDAI, KIA, DAEWOO/CHEVROLET, SSANG YONG.

Европа и США: VAG, FORD, OPEL, RENAULT.

Япония: TOYOTA, MAZDA, NISSAN, SUBARU.

КНР: CHERY



Рис. 3.32. Внешний вид прибора «АВТОАС-СКАН»

Порядок выполнения работы

1. Подключите с помощью кабеля USB 2.0 свободный USB-порт вашего компьютера к разъему USB адаптера USB-ECU AS. При этом светодиод USB Power должен загореться, а светодиод USB Link должен начать мигать.

2. Подсоедините диагностический кабель, соответствующий диагностируемому разъему автомобиля, к разъему ECU адаптера USB-ECU AS.

3. Подсоедините выбранный кабель к диагностическому разъему автомобиля, при этом должен загореться светодиод ECU Power, расположенный на корпусе адаптера USB-ECU AS.

4. Включите зажигание автомобиля, загрузите программу «АВТОАС-СКАН» → «Сканер (АВТОАС-СКАН USB)» → «Выбор сканера».

5. Выберите «Автоопределение интерфейса и протокола», если заранее не знаете какой тип диагностического интерфейса и протокола используется в диагностируемом автомобиле.

6. После установления связи с автомобилем программа отобразит номера ЭБУ, установленных на автомобиле и поддерживающих диагностику, а также информацию о выбранном ЭБУ и список параметров, доступных для контроля.

Представление информации на экране компьютера. Типовое окно представления информации имеет три основных зоны (рис. 3.33):

- 1 – статусные строки;
- 2 – рабочая область программы;
- 3 – клавиши управления F1–F8.

Статусные строки (1) располагаются в верхней части экрана и служат для отображения информации о выбранном режиме работы программы «АВТОАС-СКАН».

Рабочая область программы (2) предназначена для вывода данных и результатов тестов, а также для ввода различной информации, например, при заполнении клиентской базы или настройке программы.

Образы клавиш F1–F8 (3) служат подсказкой для управления программой и располагаются в нижней части экрана мони-

тора. Клавиши общей навигации и управления представлены в табл. 3.20.



Рис. 3.33. Экран программы «АВТОАС-СКАН»

Таблица 3.20

Клавиши общей навигации и управления

Клавиша	Функции
	Помощь. Доступ к электронным документам «АВТОАС-СКАН»
	Выход из режима (программы)
	Выбор из списка или меню
	Подтверждение выбора или сохранения
	Настройки
	Сдвиг вверх
	Сдвиг вниз
	Расчет

Функциональные возможности программы-сканера «АВТОАС-СКАН»

Считывание, расшифровка и стирание кодов неисправностей – в этом режиме осуществляется считывание и обнуление кодов неисправностей (ошибок), регистрируемых ЭБУ диагностируемой системы. На экран выводятся цифровые коды ошибок,

типы обнаруженных ошибок (текущие сохраненные) и их расшифровка (рис. 3.34).

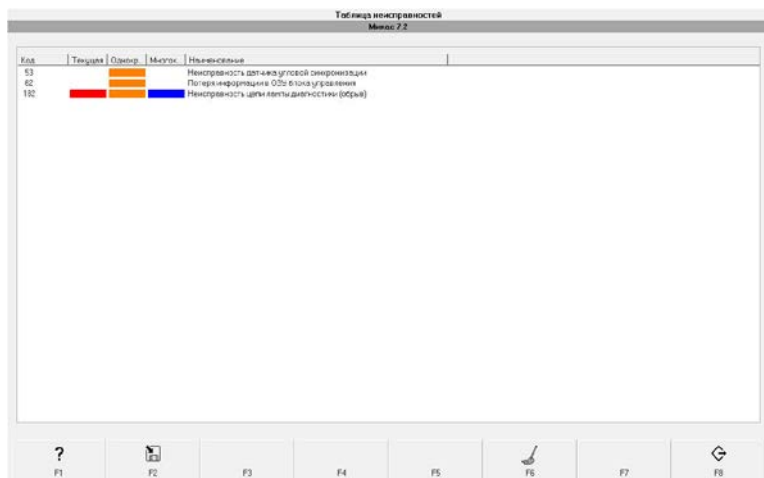


Рис. 3.34. Считывание кодов ошибок

Коды неисправностей могут иметь следующий статус:

Однократная – неисправность, зарегистрированная ЭБУ не более определенного количества раз за определенный период времени. Код ошибки данного типа хранится во временной памяти блока управления и автоматически стирается из него по прошествии какого-то времени.

Множественная (сохраненная) – неисправность, зарегистрированная ЭБУ более определенного количества раз за определенный период времени. Ошибки данного типа хранятся в постоянной памяти блока управления неопределенное время и стираются из него только сканером (типа «АВТОАС-СКАН») или отключением питания ЭБУ. Например, для ЭБУ МИКАС 7.1 множественная считается ошибка, зафиксированная блоком за период времени менее двух часов.

Текущая – неисправность, непосредственно фиксируемая ЭБУ в данный момент времени.

Алгоритм регистрации ошибок задается разработчиком блока управления и для разных типов ЭБУ может различаться. На-

пример, ЭБУ BOCSH M1.5.4 фиксирует только текущие и сохраненные (многократные) ошибки. Если строка, содержащая код неисправности, подсвечена желтым цветом (например, для ЭБУ BOCSH MP7.0HFM), это значит, что для данного типа ошибок доступна дополнительная информация. Дважды щелкнув мышью по коду соответствующей ошибки, можно вызвать окно с дополнительными данными.

Для обнуления (стирания) кодов ошибок из памяти ЭБУ нажмите клавишу F6 «Стереть ошибки» или дважды щелкните по ней мышью. F2 – сохранение кодов неисправностей в архив результатов в виде текстового отчета.

Контроль параметров – отображение параметров работы системы, контролируемых ЭБУ в режиме реального времени. Программа позволяет просматривать параметры в цифровом и графическом виде (рис. 3.35–3.39).

Над каждым параметром располагается его условное сокращение и единица измерения. Полное название параметра можно получить в виде всплывающей подсказки, подведя курсор мыши к соответствующей ячейке табло. Для некоторых поддерживаемых ЭБУ (для которых производитель программы располагает информацией из достоверных источников) во всех режимах отображения при наведении курсора мыши на соответствующий параметр появляется подсказка с указанием диапазона значений параметра при включенном зажигании и на холостом ходу. Для снятия параметров и остановки используется клавиша F6. Для сброса данных табло – F5. Управление исполнительными механизмами – F7. Ctrl+F2 – сохранение текущих параметров в архив результатов в виде текстового отчета. В режиме «Табло параметров» сохранение параметров в виде текстового отчета возможно только после останова съема данных (F6). Ctrl+F8 – выводит на экран меню, позволяющее распечатать экранную форму или сохранить ее в виде файла. F2 – переключение режима представления данных – «список»/«табло». F3 – программа переходит в режим «Коды неисправностей» (будет отображена форма «Таблица неисправностей»). Для возврата в режим «Табло параметров» необходимо нажать F8.

Табло параметров						
MT_000	MT_001	MT_002	MT_003	MT_004	MT_005	MT_006
On	1510.0	14.0	Off	Off	13.5	On
MT_007	MT_008	MT_009	MT_010	MT_011	MT_012	MT_013
0.0	4.9	42.1	12.0	Off	13.5	70.0
MT_014	MT_015	MT_016	MT_017	MT_018	MT_019	MT_020
1520	8.3	238	14.0	0.0	2.87	13.0
MT_021	MT_022	MT_023	MT_024	MT_025	MT_026	MT_027
0.770	0.000	233	0.0	0.0	2.85	79.7
MT_028	MT_029	MT_030	MT_031	MT_032	MT_033	MT_034
1440.0	-0.031	10923	180	0.0	0.45	148.0
MT_035	MT_036	MT_037	MT_038	MT_039	MT_040	MT_041
-70	1.000	238	0.977	0.0	1240	148.0
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7

Рис. 3.35. Табло параметров

Наборы параметров. После выбора режима «Наборы параметров» появляется окно «Выбор набора параметров», которое позволяет выбирать для просмотра наборы параметров из группы «Контроль», заданные разработчиком программы, а также создавать и редактировать свои группы и наборы параметров для последующего анализа (см. рис. 3.36).

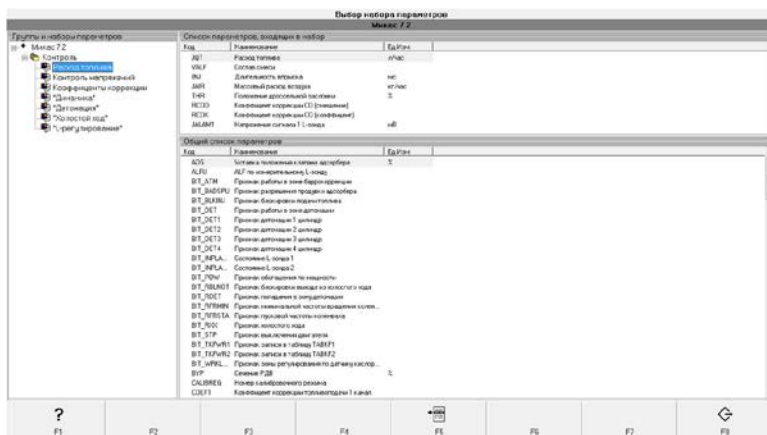


Рис. 3.36. Выбор параметров и формирование их в группы для последующего просмотра

Окно «Выбор набора параметров» состоит из трех частей:
1) «Группы и наборы параметров» – список созданных групп

и наборов параметров, расположенный в левой части окна;

2) «Список параметров, входящих в набор» – список параметров, включенных в выбранный набор, расположен справа сверху окна;

3) «Общий список параметров» – общий список параметров, доступных для контроля в системе, расположен справа внизу окна. Каждый из этих списков имеет контекстное меню, выпадающее при нажатии комбинации клавиш Alt+↓ или правой клавиши мыши. Перемещение между списками осуществляется при помощи клавиши Tab. При осуществлении навигации по спискам меняется состав и назначение доступных клавиш управления F1 – F8: на экране могут появляться и исчезать образы клавиш «Добавить» (F2), «Удалить» (F3), «Редактировать» (F4), «Выбрать» (F5). В случае нахождения в списке параметров набора – клавиши изменения местоположения конкретного параметра в наборе «Сместить вверх» (F6) и «Сместить вниз» (F7).

Состав и наборы параметров группы «Контроль» изменить нельзя, но можно поменять порядок отображения параметров в наборах. Пользователь может самостоятельно формировать новые группы и наборы параметров и присваивать им произвольные названия.

На основной части экрана отображаются выбранные параметры.

Возможны следующие варианты отображения:

- все выбранные параметры располагаются один над другим (в порядке заданном при выборе) в один либо в два столбца и отображаются в виде графиков от времени, либо в виде столбчатых диаграмм. Слева от графика (либо от столбчатой диаграммы) располагаются условное обозначение и цифровое табло с текущим значением параметра. В случае наблюдения параметра в виде графика в правом верхнем углу графика отображается максимальное за время наблюдения значение параметра, в правом нижнем – минимальное. В случае наблюдения параметра в виде столбчатой диаграммы отображаются минимальное, максимальное и текущее значение параметра;

- один из выбранных параметров разворачивается во весь экран для более детального рассмотрения (для выбора параметра используйте клавишу Tab);

– один из выбранных параметров контролируется в режиме растяжки по горизонтали, при этом в верхней части экрана отображается график изменения параметра от времени (с вертикальной зоной выделения), а на нижней – график растянутой области выделения;

– один из выбранных параметров наблюдается в режиме курсорных измерений, при этом в верхней части экрана отображается график изменения параметра (с вертикальной и горизонтальной зонами выделения), а на нижней – цифровые значения, соответствующие границам зон выделения;

– все аналоговые параметры наблюдаются на одном экране лучами разных цветов. В левой части экрана располагается цифровое табло текущих значений всех параметров, входящих в набор. При этом цвет отображения параметра в цифровом виде соответствует цвету луча, которым он рисуется на графике.

Режимы отображения параметров зависят также от типа параметра. Различаются два типа параметров: аналоговые (температура охлаждающей жидкости, напряжение АКБ) и битовые (признак холостого хода, наличие текущей ошибки), имеющие состояние активен (1) или нет (0). Для параметров битового типа в случае их активного состояния (1) панель цифрового отображения параметра подсвечивается зеленым цветом.

Допусковый контроль. Режим предусмотрен только для ЭБУ систем управления двигателем ВАЗ, ГАЗ, УАЗ, для которых известны соответствующие данные, характерные для исправных систем двигателя.

В данном режиме осуществляется отображение цифровых параметров с одновременной проверкой значений параметров ЭБУ на соответствие определенным заранее критериям допуска. Программный режим для выполнения допускового контроля представляет собой табло параметров, функционально аналогичное используемому в режиме «Табло параметров».

Всплывающие подсказки отображают содержание критериев контроля:

– «норма» – значение параметра соответствует рекомендованным производителем значениям, при этом параметр отображается зеленым цветом;

Допусковый контроль Мотор F2							
BT_300	PREOBRAT	ТАХО (rpm)	BT_200	BT_301	ТАХО (rpm)	Скорость	
On	1130.0	3	Температура обмотки двигателя (TOLT)	Off	13.7	On	
ТАХО (rpm)	2.3	22.6	АКТОР (rpm)	BT_302	АКТОР (rpm)	АКТОР (rpm)	
0.0	2.3	22.6	14.0	Off	13.6	53.0	
PREOBRAT	АКТОР	АКТОР (rpm)	АКТОР (rpm)	АКТОР (rpm)	АКТОР (rpm)	ТАХО (rpm)	
1120	5.7	181	14.0	0.0	3.11	14.0	
АКТОР	АКТОР	АКТОР (rpm)	АКТОР (rpm)	АКТОР (rpm)	АКТОР (rpm)	АКТОР (rpm)	
0.895	0.000	167	0.0	0.0	2.87	53.9	
АКТОР (rpm)	АКТОР	АКТОР (rpm)	АКТОР (rpm)	АКТОР (rpm)	АКТОР (rpm)	АКТОР (rpm)	
1110.0	-0.023	10923	192	0.0	0.45	112.0	
АКТОР (rpm)	АКТОР	АКТОР (rpm)	АКТОР	АКТОР (rpm)	АКТОР (rpm)	ТАХО (rpm)	
-20	1.000	181	0.977	0.0	0.72	112.0	
? F1	 F2	ERR F3	ДНК F4	 F5	 F6	ИМ F7	 F8

Рис. 3.37. Допусковый контроль

– «выше» – значение параметра превышает рекомендованное производителем максимальное значение, при этом поле отображения параметра подсвечивается красным цветом;

– «ниже» – значение параметра ниже рекомендованных производителем значений – поле отображения параметра подсвечивается синим цветом.

Если не соблюдены условия, необходимые для корректного сравнения параметра с допустимым диапазоном его значений, параметр отображается желтым цветом. Для параметров, отображаемых серым цветом, допусковый контроль не производится.

Исходная база критериев поставляется вместе с программой «АВТОАС-СКАН». Пользователю предоставляется возможность изменить значения критериев допускового контроля или дополнительные условия в критериях. Для этого предусмотрен специальный программный режим «Настройка критериев допускового контроля».

Для того чтобы начать контроль показаний, необходимо предварительно выбрать модель двигателя. Выбрать в основном меню «Контроль по умолчанию» или «Контроль пользователя», программа перейдет в режим выбора модели двигателя, после чего активировать нужную позицию в списке и нажать F5.

Управление исполнительными механизмами (ИМ) – управление исполнительными механизмами диагностируемой системы для проверки их работоспособности. В зависимости от типа ЭБУ и диагностируемой системы программа позволяет: включать/выключать форсунки, катушки зажигания, реле бензонасоса, реле вентилятора, индикатор CHECK ENGINE, управлять регулятором холостого хода и т.д. Одновременно с управлением ИМ программа позволяет контролировать выбранные параметры работы системы в цифровом или графическом виде (см. рис. 3.38).



Рис. 3.38. Меню выбора исполнительных механизмов

В зависимости от типа ИМ набор органов управления может меняться. Различаются два типа управления:

- включение/выключение;
- установка нового значения параметра.

В первом случае появляется набор из одной или двух кнопок – Включить/Выключить (например, для управления реле вентилятора охлаждения двигателя). Во втором случае появляется ползунок, смещая который можно изменять значение параметра. При этом реальное изменение происходит не сразу, а примерно через 0,5 секунды после последнего сдвига ползунка. Управление ползунком возможно с помощью мыши или клавиатуры – клавишами «←» «→». Для некоторых параметров определена возможность сохранения их значений в энергонезависимую память ЭБУ. В этом случае слева от значения параметра становится доступной

клавиша «Сохранить». Для некоторых ИМ существует ситуация, когда перевод их в одно из состояний на длительное время может привести к повреждению двигателя а/м и его систем (пример – выключение вентилятора системы охлаждения двигателя может привести к перегреву двигателя). Для этих случаев в программе введено ограничение на время управления. Так, если вы выключите вентилятор и забудете его включить, управление им будет возвращено ЭБУ через 60 секунд. В других случаях ЭБУ сам ограничит время выполнения теста ИМ.

Для некоторых ЭБУ существуют ограничения на условия управления ИМ (например, ЭБУ BOSCH M1.5.4 позволяет управлять форсунками только при заглушенном двигателе). В этом случае выдается соответствующее сообщение или сообщение о невозможности выполнить команду управления. Если на индикаторе состояния ИМ отображается строка, то это состояние либо невозможно запросить у выбранной системы, либо данные о состоянии еще не получены.

Тесты

Тесты – набор специальных формализованных режимов для ЭБУ а/м ВАЗ, ГАЗ, УАЗ, предусматривающих определенное воздействие на различные системы двигателя и позволяющие производить оценку их работоспособности по реакции на тестирующее воздействие.

1. Баланс мощности

Тест «Баланс мощности» предназначен для оценки относительного вклада каждого цилиндра в суммарную мощность двигателя. Тест проводится путем последовательного автоматического выключения цилиндров двигателя с помощью блокирования подачи топлива форсункой впрыска в соответствующем цилиндре.

После запуска теста программа сначала заблокирует функцию поддержания оборотов холостого хода и автоматически установит заданную пользователем частоту вращения коленчатого вала ДВС. Далее программа переходит к последовательному отключению цилиндров. При этом каждый отключаемый цилиндр (если он работал до блокировки) создает дополнительный нагру-

жающий момент для двигателя. Частота вращения коленчатого вала при этом снижается тем сильнее, чем большую мощность развивал цилиндр до его отключения и чем меньшую суммарную мощность имеют работающие цилиндры.

После блокирования последнего цилиндра производится постепенная установка исходной (т.е. существующей до начала теста) частоты вращения коленчатого вала двигателя.

После окончания теста относительный вклад каждого цилиндра отображается в виде бар-граф и в процентах (см. рис. 3.39). Значение 100% присваивается цилиндру, при блокировании которого падение оборотов достигало наибольшего значения. Сниженная эффективность работы каких-либо цилиндров, как правило, указывает на возможное присутствие какого-то дефекта в системе питания, зажигания, в цилиндропоршневой группе или в механизме газораспределения.



Рис. 3.39. Тест «Баланс мощности»

Подготовка к проведению теста. Следует учитывать, что во время прохождения теста вероятно произвольное включение вентилятора системы охлаждения. Так как такое внезапное повышение нагрузки на двигатель вносит дополнительную погрешность в измерение, рекомендуется запускать тест сразу после выключения вентилятора системы охлаждения, либо до начала теста принудительно включить вентилятор на постоянную работу. Для увеличе-

ния временных интервалов включения электродвигателя вентилятора можно включить систему отопления салона автомобиля.

Порядок проведения теста:

- заведите двигатель; для создания дополнительной нагрузки включите габаритные огни и ближний или дальний свет фар;
- запустите тест клавишей F6.

По окончании теста на экране отображаются бар-графы значений (%) относительной эффективности работы всех цилиндров, а также график изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя.

При необходимости тест можно повторить при помощи клавиши F5.

Управление: F1 – получение справки; F3 – увеличить начальное значение частоты; F4 – уменьшить начальное значение частоты; F5 – начало/повтор выполнения теста; F6 – прекращение теста. F8 – выход из теста. Ctrl+F8 – печать.

2. Выключение цилиндров по выбору

Тест «Выключение цилиндров по выбору» предназначен для случаев, когда возникает необходимость кратковременного отключения произвольно выбираемых цилиндров. Выключение цилиндров производится путем блокирования подачи топлива соответствующими форсунками (рис. 3.40).

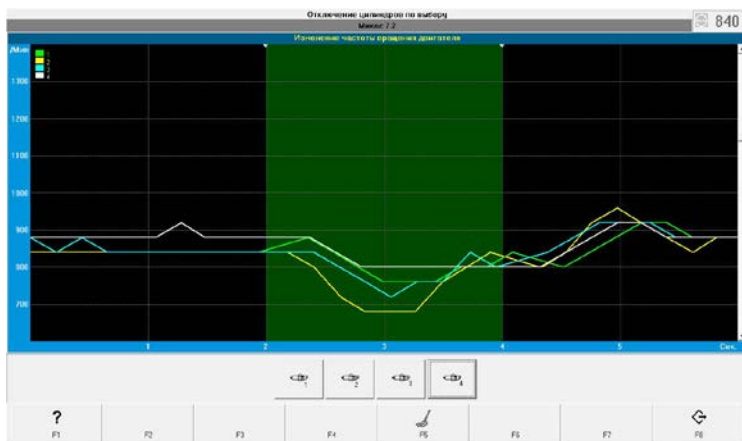


Рис. 3.40. Тест «Выключение цилиндров по выбору»

Порядок проведения теста:

– заведите двигатель; при необходимости увеличения нагрузки на двигатель, включите габаритные огни и ближний или дальний свет фар;

– установите нужную частоту вращения коленчатого вала двигателя;

– с помощью указателя мыши выберите цилиндр, для которого нужно реализовать функцию глушения;

– включите режим глушения клавишей «Пробел» или левой клавишей мыши. При необходимости после окончания глушения, можно повторить отключение выбранного цилиндра или выбрать следующий. Графики изменения частоты вращения отображаются для разных цилиндров различными цветами и сохраняются на экране до того момента, пока не будут стерты клавишей F5 – «Сброс».

3. Поиск неработающих цилиндров

Тест «Поиск неработающих цилиндров» (рис. 3.41) позволяет оперативно выявить цилиндры либо полностью не работающие, или работающие со сниженной эффективностью. Оценка работы цилиндров производится путем визуальной оценки графика, отображающего кратковременное падение частоты вращения коленчатого вала двигателя при последовательном отключении (на 1 сек) поочередно каждого из цилиндров двигателя путем блокирования подачи топлива соответствующими форсунками впрыска с промежуточной выдержкой между отдельными отключениями, равной 6 сек.

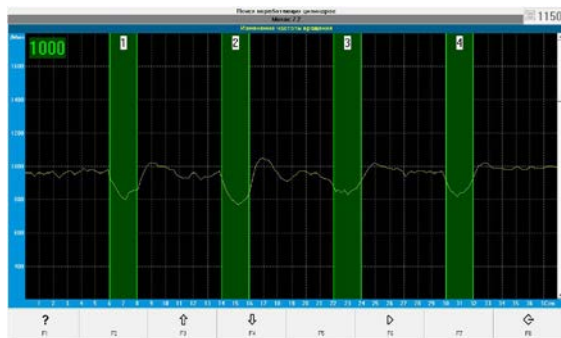


Рис. 3.41. Тест «Поиск неработающих цилиндров»

Порядок проведения теста:

– заведите двигатель; при необходимости увеличения нагрузки на двигатель включите габаритные огни и ближний или дальний свет фар;

– установите желаемое значение исходной частоты вращения коленчатого вала двигателя при помощи клавиш F3, F4;

– запустите тест клавишей F6.

Управление: F1 – справка; F3 – увеличить начальную частоту (ГАЗ); F3 – уменьшить начальную частоту (ГАЗ); F6 – запуск/прекращение теста; F8 – выход из режима; Ctrl + F8 – печать.

4. Тест регулятора холостого хода

Тестирование регулятора холостого хода (РХХ) производится в автоматическом режиме при работающем и прогретом двигателе (рис. 3.42).

После запуска теста программа инициализирует пошаговое увеличение пропускной способности РХХ, что при условии исправности регулятора приводит к росту частоты вращения коленчатого вала двигателя. При достижении определенной частоты вращения (порядка 2300–2500 об/мин) начинается постепенное, пошаговое уменьшение пропускной способности РХХ, которое продолжается до достижения оборотов холостого хода. Функциональная зависимость частоты вращения коленчатого вала от степени открытия регулятора (числа шагов РХХ) фиксируется на мониторе в виде наклонной кривой.

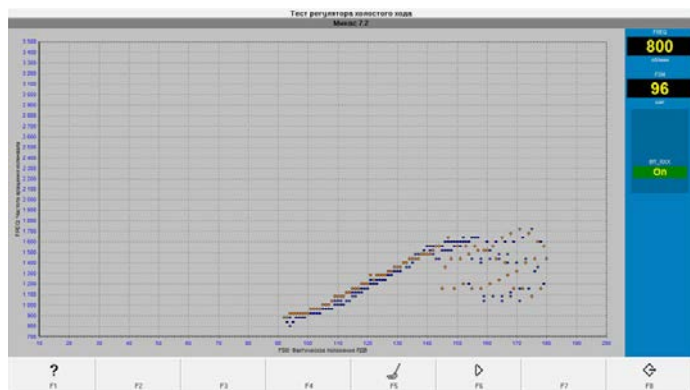


Рис. 3.42. Тест регулятора холостого хода

В случае, когда имеет место люфт и/или заедание в механизме РХХ, функция зависимости частоты от степени открытия РХХ будет иметь характерные участки – своего рода длинные горизонтальные «полки». Если при увеличении (или при уменьшении) шагов управления регулятор в какие-то моменты не увеличивает (не уменьшает) свою пропускную способность, то частота вращения также не будет возрастать (или снижаться). При этом на графике возникнут горизонтальные участки, растущие вправо (при увеличении шагов управления) или влево (при уменьшении шагов) до тех пор, пока не будет выбран люфт механизма (при изменении направления работы регулятора) или пока не устранится заклинивание.

Порядок проведения теста:

- заведите двигатель; дождитесь стабилизации частоты вращения коленчатого вала;

- для а/м ГАЗ следует предпринять действия для предотвращения срабатывания функции принудительного холостого хода (для этого при заведенном двигателе зафиксируйте дроссельную заслонку в слегка приоткрытом положении, например вставив в зазор упора дросселя измерительный щуп подходящей толщины). В результате этих мер признак холостого хода перейдет в состояние OFF, а частота вращения коленчатого вала двигателя возрастет до 1200–1400 об/мин;

- запустите тест с помощью клавиши F6; программа начнет производить циклическое, поочередное увеличение и уменьшение пропускной способности РХХ;

- для прекращения теста нажмите клавишу F6;

- заглушите двигатель; у а/м ГАЗ извлеките пластину (щуп) из зазора упора дросселя;

- включите зажигание и сбросьте коды неисправностей ЭБУ; для блока BOSCH 7.9.7 проведите сброс с инициализацией.

Управление: F1 – справка; F5 – очистить; F6 – запуск/прекращение теста; F8 – выход из режима; Ctrl+F8 – печать.

5. Тест датчика массового расхода воздуха

При проведении теста осуществляется запись зависимости массового расхода воздуха от частоты вращения коленчатого вала.

Порядок проведения теста:

– заведите двигатель; дождитесь стабилизации частоты вращения коленчатого вала;

– для а/м ГАЗ следует предпринять действия для предотвращения срабатывания функции принудительного холостого хода (для этого при заведенном двигателе зафиксируйте дроссельную заслонку в слегка приоткрытом положении, например вставив в зазор упора дросселя измерительный щуп подходящей толщины). В результате этих мер признак холостого хода перейдет в состояние OFF, а частота вращения коленчатого вала двигателя возрастет до 1200–1400 об/мин;

– запустите тест с помощью клавиши F6 (после запуска теста программа, путем управления PXX, сначала принудительно уменьшает частоту вращения коленчатого вала до 900 ± 50 об/мин, а затем инициализирует пошаговое увеличение пропускной способности PXX. При исправном регуляторе это приводит к росту частоты вращения коленчатого вала двигателя. После достижения фиксированного числа шагов: 120 для а/м ВАЗ и 180 для а/м ГАЗ, тест автоматически завершается);

– заглушите двигатель.

У а/м ГАЗ извлеките пластину (щуп) из зазора упора дросселя. Включите зажигание и сбросьте ошибки ЭБУ, а для блока BOSCH 7.9.7 проведите сброс с инициализацией.

Управление: F1 – справка; F5 – очистить; F6 – запуск/прекращение теста; F8 – выход из режима.

Контрольные вопросы

1. Назначение прибора «АВТОАС-СКАН».
2. Принцип работы прибора «АВТОАС-СКАН».
3. Подготовка прибора к работе.
4. Для чего нужны программные модули?
5. Какие параметры можно оценить при помощи прибора «АВТОАС-СКАН»?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

Контроль токсичности отработавших газов с применением газоанализатора «АВТОТЕСТ- 01.02»

Цель работы – освоение технологии контроля токсичности отработавших газов с использованием газоанализатора «Авто-тест-01.02».

Содержание работы. Изучить устройство и принцип работы газоанализатора «АВТОТЕСТ-01.02».

Оборудование рабочего места:

- автомобиль УАЗ-3160;
- газоанализатор «АВТОТЕСТ-01.02»;
- источник постоянного тока.

Правила техники безопасности при выполнении лабораторной работы. К работе с прибором допускаются лица, ознакомленные с руководством по эксплуатации.

1. Запрещается сброс анализируемой пробы или поверочных газовых смесей в помещении. Перед проведением измерений на штуцер «ВЫХОД» надевают резиновую или полиэтиленовую трубку с внутренним диаметром не менее 5 мм, а второй конец трубки выводят за пределы помещения. Длина отводящей трубки не должна превышать 5 м.

2. При анализе отработавших газов автомобиля соблюдают меры безопасности, исключающие его самопроизвольное движение.

3. Тахометр подключают при выключенном двигателе.

Общие сведения. В последнее время автомобильные газоанализаторы становятся неотъемлемой принадлежностью даже малых постов автосервиса, и поэтому имеется возможность использовать их не только для проведения классических регулировочных работ по обеспечению норм на выброс токсичных веществ, но и для более «тонких» операций по диагностике систем питания и зажигания.

В практике автосервиса в прошлом наибольшее распространение имели газоанализаторы, рассчитанные на измерение содержания оксида углерода (СО). В последние годы в связи с введением норм на выброс не только этого компонента отработавших

газов, но и углеводородов (СН), появились комплексные приборы для измерения CO , CH , CO_2 , O_2 .

Газоанализаторы «АВТОТЕСТ-01.02» (далее по тексту – прибор) предназначены для одновременного определения содержания оксида углерода (CO), диоксида углерода (CO_2), углеводородов (СН), кислорода (O_2) в отработавших газах автомобилей, работающих на бензине, газовом и альтернативных видах топлива, частоты вращения коленчатого вала и расчета эффективности сжигания топлива (коэффициента избытка воздуха) λ -параметра.

Прибор могут применять при проверке токсичности отработавших газов, при техническом осмотре автомобилей, комитеты охраны природы – при инспекционном контроле, в автохозяйствах, на станциях технического обслуживания и в производстве автомобилей – для контроля и регулировки двигателей на соответствие нормам ГОСТ Р 52033–2003.

Прибор предназначен для работы в следующих условиях эксплуатации [22]:

- 1) температура окружающей среды от минус 20 до 50 °С;
- 2) атмосферное давление от 86,6 до 106,7 кПа (от 650 до 800 mm Hg);
- 3) относительная влажность воздуха 95 % при $t = 30$ °С и более низких температурах без конденсации влаги;
- 4) рабочее положение прибора – горизонтальное с допусκαемым отклонением ± 20 градусов;
- 5) питание прибора от сети постоянного тока напряжением $12,6 \pm 2$ В или сети переменного тока 220 В, 50 Гц от выносного блока питания;
- 6) температура анализируемой смеси на штуцере «ВХОД» – не более 50 °С;
- 7) температура анализируемой смеси на входе в пробозаборник – не более 200 °С;
- 8) расход анализируемой смеси – не менее 60 л/ч.

Устройство и работа. Принцип действия прибора основан на измерении величины поглощения инфракрасного излучения источника молекулами углеводородов, диоксида углерода и оксида углерода в областях 3,4; 4,25 и 4,7 мкм соответственно.

Концентрация кислорода определяется электрохимическим методом. В датчике кислорода содержатся измерительный и сравнительный электроды, находящиеся в электролите и отделенные от анализируемого газа полимерной мембраной. На измерительном электроде кислород, продиффундировавший через мембрану, электрохимически восстанавливается, и во внешней цепи возникает электрический ток, сила которого пропорциональна парциальному давлению кислорода в газе над мембраной.

Концентрация окислов азота определяется на основе электрохимической ячейки 3NF/F Nitric Oxide CITIcel.

Проба анализируемого газа поступает в проточную зеркальную кювету, где определяемые компоненты, взаимодействуя с излучением, вызывают его поглощение в соответствующих спектральных диапазонах. Поток излучения характерных областей спектра поочередно выделяется вращающимися интерференционными фильтрами (3,4; 4,25 и 4,7 мкм) и преобразуется в электрические сигналы, пропорциональные концентрациям углеводородов, диоксида углерода, оксида углерода (и окиси азота).

Пробу анализируемого газа отбирают из выхлопной трубы автомобиля пробозаборным зондом. В рукоятке зонда размещен фильтр грубой очистки, где происходит предварительная очистка газа от частиц сажи и аэрозолей. Далее проба газа направляется к прибору по трубке доставки.

Примечание. При использовании прибора в условиях отрицательных температур (до минус 20 °С) рекомендуется использовать обогреваемую трубку доставки, исключающую перемерзание конденсата. В обогреваемой трубке проба газа термостатируется при температуре 35 ± 5 °С.

Дальнейшая обработка пробы газа происходит в каплеуловителе, совмещенном с фильтром тонкой очистки пробы. В каплеуловителе из пробы отделяется конденсат, который собирается в нижней части фильтра и эвакуируется компрессором конденсата через штуцер «Сброс конденсата». В фильтре сверхтонкой очистки типа GB 702 производится окончательная очистка пробы газа от мешающих компонентов, которая затем поступает в оптическую кювету узлов. Одновременная работа пары компрессоров

обеспечивает скоростную доставку пробы газа от источника до оптической кюветы, а также непрерывную эвакуацию конденсата из пробы.

Конструкция узлов системы пробоподготовки прибора и схема их соединения приведены на рис. 3.43, 3.44.

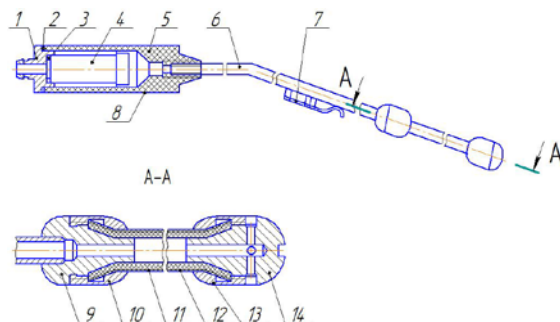


Рис. 3.43. Пробозаборник:

- 1 – крышка; 2, 3 – прокладка; 4 – фильтр; 5 – ручка;
6 – трубопровод; 7 – пружина; 8 – колпачок; 9 – штуцер;
10, 13 – втулка; 11 – трубка; 12 – рукав; 14 – наконечник

Для исключения дополнительной погрешности от изменения температуры окружающего воздуха и анализируемого газа фотоприемник и оптическая кювета защищены теплоизоляционными оболочками и термостатируются системами стабилизации. Результаты измерения и служебная информация для пользователя отображаются на символьном жидкокристаллическом дисплее. Для удобства работы с прибором в ночное время предусмотрена подсветка индикатора.

Источником сигнала с частотой вращения коленчатого вала двигателя автомобиля служит высоковольтный датчик индуктивного типа, устанавливаемый на один из высоковольтных проводов системы зажигания. Частота следования импульсов искрообразователя свечи одного из цилиндров двигателя измеряется и преобразуется микропроцессором в частоту вращения коленчатого вала независимо от числа цилиндров.

Прибор обеспечивает следующие режимы измерений и функциональные возможности:

– измерение концентрации оксида углерода, диоксида углерода, углеводородов, кислорода, окиси азота (опция), частоты вращения коленчатого вала автомобиля с любым числом цилиндров и вычисление λ -параметра;

– индикацию и вывод результатов измерений на принтер в виде протокола с указанием автомобиля, номера прибора, текущей даты и времени (по требованию) или ПК по выходу RS232 в виде блока данных;

– автоматическую коррекцию нуля при включении прибора и в дальнейшем по требованию без отключения пробозаборной системы от выхлопной трубы автомобиля;

– автоматическое отделение и эвакуацию конденсата из пробы газа в системе пробоподготовки прибора.

Прибор поставляется с беспроводным датчиком тахометра (RPM), который обеспечивает гарантированную помехоустойчивость прибора от всех видов системы электрозажигания автомобиля.

При работе в линии технического контроля прибор имеет дополнительные функциональные возможности: хранение в памяти измеренных значений при различных скоростных режимах двигателя и вывод соответствующего протокола измерений.

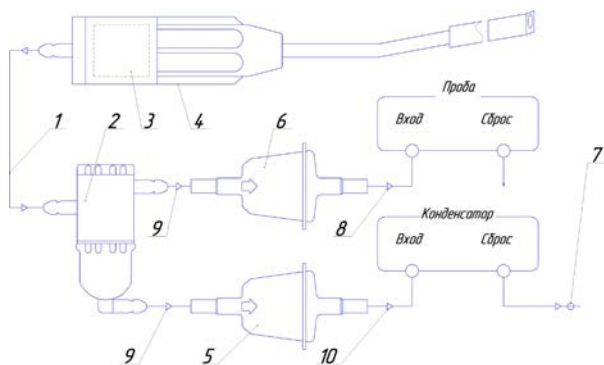


Рис. 3.44. Схема отбора и подготовки пробы прибора:

1 – пробозаборная трубка; 2 – каплеуловитель; 3 – фильтр грубой очистки; 4 – пробозаборник; 5 – фильтр очистки конденсата (GB-202); 6 – фильтр тонкой очистки пробы (GB-702); 7 – трубка сброса конденсата (0,5 м); 8 – трубка Т 2 (150 мм); 9 – трубка Т 1 (30 мм); 10 – трубка Т 3 (210 мм)

Конструктивно прибор состоит из системы пробоотбора и пробоподготовки, блока преобразования и индикации.

В блоке преобразования размещены: компрессор пробы газа, компрессор эвакуации конденсата, оптический блок, включающий термостатированную кювету, излучатель, модулятор и термостатированный четырехканальный фотоприемный узел.

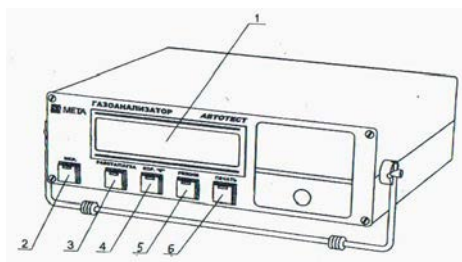
На лицевой панели прибора (рис. 3.45, а) размещены: жидкокристаллический буквенно-цифровой индикатор с подсветкой 1, отображающий величину концентрации углеводородов, окиси углерода, кислорода, двуокиси углерода в отработавших газах автомобиля, температуру и число оборотов вала двигателя, кнопка ВКЛ 2, кнопка «РАБОТА/ПАУЗА» 3, кнопка коррекции нуля «КОР.0 4», кнопка «РЕЖИМ» 5, кнопка «ПЕЧАТЬ» 6.

На задней панели прибора (рис. 3.45, б) размещены: штуцер для подачи пробы газа в прибор «ВХОД» 1, штуцер для сброса пробы газа из прибора «ВЫХОД» 2, штуцер отбора конденсата «ВХОД» 3, штуцер вывода конденсата «ВЫХОД» 4, направляющие планки для крепления каплеуловителя 5, держатель предохранителя 6, разъем для подключения кабеля питания 7, гнездо для подключения кабеля тахометра 8, гнездо для подключения кабеля связи с персональной ЭВМ по RS232 9, штуцер подачи чистого воздуха 10, разъем для подключения датчика температуры.

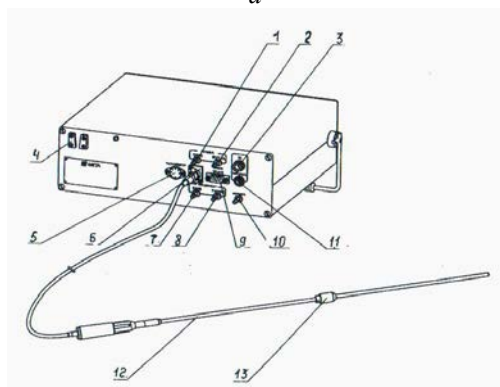
Устройство пробоподготовки обеспечивает трехступенчатую очистку пробы газа от механических мешающих компонентов и влагоотделение и включает:

- объемный термостойкий волоконный фильтр грубой очистки;
- каплеуловитель, совмещенный с объемным влагоотталкивающим фильтром тонкой очистки и отделением конденсата;
- целлюлозный фильтр сверхтонкой очистки G 702.

Для работы с прибором в условиях отрицательных температур завод поставляет обогреваемую пробозаборную систему с термостатированием пробы до 35 ± 5 °C при температуре окружающего воздуха до минус 20 °C и питанием от бортовой сети автомобиля или адаптера сети 220 В, 50 Гц.



а



б

Рис. 3. 45. Внешний вид прибора «АВТОТЕСТ-01.02»

а – передняя панель: 1 – индикатор; 2 – кнопка включения питания ВКЛ; 3 – кнопка «РАБОТА/ПАУЗА»; 4 – кнопка «КОРР.0»; 5 – кнопка «РЕЖИМ»; 6 – кнопка «ПЕЧАТЬ»;

б – задняя панель: 1 – штуцер подачи газа «ВХОД»; 2 – штуцер вывода газа «ВЫХОД»; 3 – держатель предохранителя; 4 – крепление фильтра тонкой очистки (каплеуловителя); 5 – разъем тахометра; 6 – разъем для подключения датчика температуры; 7 – штуцер подачи конденсата «ВХОД»; 8 – штуцер вывода конденсата «ВЫХОД»; 9 – разъем для подключения компьютера; 10 – штуцер подачи чистого воздуха; 11 – разъем питания; 12 – датчик температуры; 13 – ограничитель

Назначение и функции кнопок прибора. На передней панели прибора расположены 5 кнопок (рис. 3.46):

– кнопка «РАБОТА/ПАУЗА» – включение и выключение компрессора;

– кнопка «КОР.0» – принудительная «полная» коррекция нуля, выполняется продувка, АРУ, коррекция нуля;

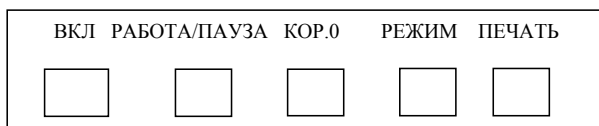


Рис. 3.46. Кнопки прибора

– кнопка «РЕЖИМ» – переключение режима отображения углеводородов СН «ПРОПАН – ГЕКСАН»;

– кнопка «ПЕЧАТЬ» предназначена для распечатки протокола текущего измерения на встроенном принтере прибора (принтер устанавливается по заказу потребителя).

Эксплуатационные ограничения. В процессе эксплуатации прибора необходимо соблюдать порядок его включения и выключения, своевременно производить замену фильтрующих элементов системы пробоподготовки.

После длительного хранения в условиях повышенной влажности прибор перед включением следует выдержать при нормальных условиях в течение 12 ч. При большой разности температур в складских и рабочих помещениях полученный со склада прибор нужно выдержать не менее 2 ч в нормальных условиях в упаковке.

Порядок выполнения работы

1. Установить прибор на горизонтальной поверхности.
2. Собрать систему пробоподготовки согласно схеме (см. рис. 3.44).
3. Установить каплеуловитель 2 в гнездо 5 на задней панели прибора (см. рис. 3.45, б).
4. Подключить короткими трубками фильтры тонкой очистки 3 и 4 к штуцерам каплеуловителя «ВЫХОД» пробы и «ВЫХОД» конденсата (нижний штуцер), а также к штуцерам пробы «ВХОД» 1 и «ВХОД» конденсата 8 соответственно. При этом соблюдать направление подключения фильтров тонкой очистки в соответствии с указанными на корпусе фильтра стрелками.
5. Подключить короткую трубку из состава ЗИП к штуцеру «ВЫХОД» конденсата 9 и отвести свободный конец трубки в направлении отвода конденсата.

6. Подключить кабель питания К1 из комплекта принадлежностей к гнезду питания 4. Ответные провода электрического кабеля питания К1 подключают к автомобилю следующим образом:

- красный зажим – к клемме аккумулятора +12 В;
- черный зажим – к клемме аккумулятора – 12 В.

Допускается в качестве источника питания использовать другие источники постоянного тока (сетевые или аккумуляторные), обеспечивающие на выходе постоянное напряжение 12 ± 2 В при токе не менее 3 А при размахе пульсаций не более 0,1 В. В этом случае красный и черный зажимы кабеля питания К1 подключают к альтернативному источнику питания.

7. К гнезду «ТАХОМЕТР» подключить кабель датчика тахометра К2, зажим которого закрепить на высоковольтном проводе одного из цилиндров. При этом зажим не должен касаться корпусных деталей двигателя.

ВНИМАНИЕ! Датчик тахометра (RPM) снабжен гибким кабелем, не допускающим:

- касания к перегретым (более 100 °С) частям автомобиля;
- нагрузок на излом и разрыв оболочки более 10 кг;
- резких изломов кабеля и скручивания в петли радиусом менее 10 см.

Конструкция датчика тахометра является монолитной (не предусматривающей разборки). Разрушенный датчик восстановлению не подлежит.

8. К штуцеру «ВХОД» каплеуловителя подключить пробозаборный шланг с пробозаборником.

ВНИМАНИЕ! Не допускается подключение пробозаборного шланга к прибору, минуя каплеуловитель.

Запрещается использовать ФТО других систем и конструкций. Применять только прилагаемые фильтры G702 бигур M008.60.000.00. При использовании ФТО других конструкций изготовитель не несет ответственности за поломку прибора.

9. Установить рычаг переключения передач (переключатель скорости для автомобилей с автоматической коробкой передач) в нейтральное положение.

10. Затормозить автомобиль стояночным тормозом.

11. Заглушить двигатель (при его работе).

12. Выпускная система автомобиля должна быть исправна (определяется внешним осмотром).

Перед измерением двигатель должен быть прогрет не ниже рабочей температуры, охлаждающей жидкости (или моторного масла для двигателей с воздушным охлаждением), указанной в руководстве по эксплуатации автомобиля.

13. Включить кнопку ВКЛ на передней панели прибора.

14. Прогрев прибора продолжается не более 30 минут.

Примечание. При перегреве прибор ежесекундно пикает.

15. После прогрева автоматически производится коррекция нуля:

- прибор обслуживает один оператор;

- установить пробозаборник прибора в выпускную трубу автомобиля на глубину не менее 300 мм от среза (до упора) и зафиксировать его зажимом;

- полностью открыть воздушную заслонку;

- запустить двигатель, увеличить частоту вращения вала двигателя до максимальной и проработать в этом режиме не менее 15 с;

- установить минимальную частоту вращения вала двигателя и проработать в этом режиме не менее 20 с (при подключении датчика тахометра важную роль играет его положение относительно высоковольтного провода зажигания автомобиля, при нестабильных показаниях следует перевернуть датчик тахометра на 180°);

ВНИМАНИЕ! Особенности конструкции системы зажигания автомобилей с электронным впрыском топлива предусматривают формирование двух импульсов тока (искры) за один такт работы двигателя, поэтому возможны показания удвоенных значений канала тахометра относительно реальных.

- считать показания на индикаторе передней панели прибора концентраций измеряемых компонентов и при необходимости распечатать их;

- установить повышенную частоту вращения вала в пределах $\Pi_{\text{пов}} = \Pi_{\text{ном}} \cdot 0,8$ или 3000 об/мин, если $\Pi_{\text{ном}}$ не указано в паспорте автомобиля, произвести повторное измерение концентраций анализируемых газов согласно пп. 13–15 на повышенных оборотах двигателя;

– содержание оксида углерода и углеводородов в отработавших газах автомобиля должно быть в пределах значений, установленных предприятием-изготовителем автомобиля, но не выше приведенных в табл. 3.21 [22]:

Таблица 3.21

Нормы выбросов в отработавших газах

Комплектация автомобиля (1)	Частота вращения коленчатого вала	Оксид углерода, объемная доля, %	Углеводороды, объемная доля, млн-1
Автомобили категорий М1, М2, М3, N1, N2, N3, произведенные до 01.10.1986 г.	$n_{\text{мин}}$	4,5	–
Автомобили категорий М1 и N1, не оснащенные системами нейтрализации отработавших газов (2)	$n_{\text{мин}}$	3,5	1200
	$n_{\text{пов}}$	2,0	600
Автомобили категорий М2, М3, N2, N3, не оснащенные системами нейтрализации отработавших газов (2)	$n_{\text{мин}}$	3,5	2500
	$n_{\text{пов}}$	2,0	1000
Автомобили категорий М1 и N1, оборудованные двухкомпонентной системой нейтрализации отработавших газов	$n_{\text{мин}}$	1,0	400
	$n_{\text{пов}}$	0,6	200
Автомобили категорий М2, М3, N2, N3, оборудованные двухкомпонентной системой нейтрализации отработавших газов	$n_{\text{мин}}$	1,0	600
	$n_{\text{пов}}$	0,6	300
Автомобили категорий М1 и N1 с трехкомпонентной системой нейтрализации отработавших газов и те же автомобили, оборудованные встроенной (бортовой) системой диагностирования (3)	$n_{\text{мин}}$	0,5	100
	$n_{\text{пов}}$	0,3	100
Автомобили категорий М2, М3, N2, N3 с трехкомпонентной системой нейтрализации отработавших газов и те же автомобили, оборудованные встроенной (бортовой) системой диагностирования	$n_{\text{мин}}$	0,5	200
	$n_{\text{пов}}$	0,3	200

Примечания

1. В эксплуатационных документах автомобиля предприятие-изготовитель указывает штатную комплектацию автомобиля оборудованием для снижения выбросов загрязняющих веществ, предельно допустимое содержание оксида углерода,

углеводородов и допустимый диапазон значений коэффициента избытка воздуха (λ).

2. Для автомобилей с пробегом до 3000 км нормативное значение содержания оксида углерода и углеводородов в отработавших газах установлено технологическими нормами предприятия-изготовителя.

Контрольные вопросы и задания

1. Назначение прибора «АВТОТЕСТ-01.02».
2. Принцип работы прибора «АВТОТЕСТ-01.02».
3. Подготовка прибора к работе.
4. Расшифруйте категории автомобилей «М» и «Н».
5. Опишите техническое состояние отдельных систем двигателя по составу выхлопных газов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Анализ режимов работы двигателя и их влияние на состав выхлопных газов

Цель работы – приобрести навыки обращения с газоанализатором, оценить влияние режимов работы автомобильного бензинового двигателя на состав и токсичность выхлопных газов.

Содержание работы:

1. Изучение вопросов использования газоанализаторов для диагностики элементов системы питания и зажигания.
2. Оценка влияния угла опережения зажигания на состав выхлопных газов.
3. Оценка влияния скоростного режима работы двигателя ЗИЛ-130 на токсичность выхлопных газов.
4. Обработка результатов измерений. Получение зависимости исследуемых факторов на содержание СО и СН в отработанных газах. Составление заключения о состоянии регулировок систем.

Оборудование рабочего места: двигатель ЗМЗ-53, газоанализатор ИНФРАКАР, прибор автомобильный стробоскопический, набор инструментов.

Техника безопасности при выполнении лабораторной работы:

1. К наладке и ремонту газоанализатора допускаются работники соответствующей квалификации, прошедшие инструктаж и проверку знаний пользования электрическими и электроизмерительными приборами.

2. К работе с прибором ИНФРАКАР [23] допускаются лица, ознакомленные с его паспортом. Подключение тахометра производится только при работающем автомобильном двигателе (при включенном двигателе). К регулировке и ремонту стробоскопа должны допускаться лица, имеющие соответственную группу по технике безопасности. Вскрытие стробоскопа должно производиться только после отключения его от источника питания (подключение и отключение – только при неработающем двигателе). Категорически запрещается прикосновение к частям, освещаемым стробоскопической лампой и кажущимися неподвижными вследствие стробоскопического эффекта.

3. Запрещается сброс анализируемой пробы или поверочных газовых смесей в помещение, где работают люди.

4. При работе газоанализатора на штутцер «ВЫХОД» должна быть установлена отводная трубка длиной 1 м.

Общие сведения. При работе двигателя состав отработавших газов является точным отражением протекания процесса сгорания рабочей смеси в цилиндрах. Любые изменения в условиях сгорания, вызванные нарушением работы карбюратора, системы зажигания или другими причинами, немедленно отражаются на составе отработавших газов, что позволяет быстро и без разборки каких-либо узлов проводить диагностические работы.

В последнее время автомобильные газоанализаторы становятся неотъемлемой принадлежностью даже малых постов автосервиса и поэтому имеется возможность использовать их не только для проведения классических регулировочных работ по обеспечению норм на выброс токсичных веществ, но и для более «тонких» операций по диагностике систем питания и зажигания.

В практике автосервиса в прошлом наибольшее распространение имели газоанализаторы, рассчитанные на измерение содер-

жания оксида углерода (СО). В последние годы в связи с введением норм на выброс не только этого компонента отработавших газов, но и углеводородов (СН), появились комплексные приборы для измерения СО и СН. Таким прибором является, например, отечественный ГИАМ-21. Большое число газоанализаторов зарубежного производства обеспечивает возможность оценивать также содержание в отработавших газах продукта полного сгорания топлива, т.е. нетоксичного углекислого газа (СО₂).

Все современные автомобильные газоанализаторы являются чисто электрическими приборами, позволяющими оценить содержание отдельных компонентов в отработавших газах без использования в них каких-либо химических реакций. Большинство из них работает по принципу измерения степени поглощения инфракрасного (теплого) излучения отдельными вышеперечисленными компонентами отработавших газов. Для этого в газоанализаторах имеется один или несколько инфракрасных излучателей, а также приемников (детекторов) этого излучения. Между излучателем и приемником располагаются измерительные трубки с прозрачными торцевыми окнами, через которые проходят тепловые лучи. В измерительные трубки подается исследуемый газ и по степени снижения интенсивности прошедшего через трубку теплового потока, регистрируемого детектором, судят о содержании того или иного компонента в газовой смеси. Кроме измерительных трубок в приборе имеются одна или несколько эталонных трубок, в которых содержится чистый воздух или специальная газовая смесь. При этом происходит непрерывное сравнение степеней поглощения инфракрасного излучения в исследуемом и эталонном газах, и по величине этой разницы за счет соответствующих преобразований электрических сигналов передается на показывающий прибор информация о содержании того или иного компонента в отработавших газах.

Вследствие используемого в газоанализаторах «теплового» способа измерения содержания компонентов отработавших газов прибор перед началом измерений должен быть достаточно прогрет. Кроме того, поступающие в измерительные трубки отработавшие газы должны быть очищены от сажи и твердых частиц,

иначе прибор вследствие загрязнения стенок трубок и их прозрачных окон быстро изменит свою первоначальную настройку (так называемую тарировку) и начнет давать ошибочные показания. По этой же причине поступающие в газоанализатор отработавшие газы должны быть освобождены от постоянно присутствующих в них капель воды. Для этого на газоотборной трубке прибора устанавливаются сменные фильтры и водоотделители. И, наконец, для прокачки отработавших газов через измерительные трубки прибора служит встроенный насос.

Более простые и дешевые приборы, измеряющие содержание в отработавших газах только СО, могут использовать совсем другой способ измерения, заключающийся в дожигании продуктов неполного сгорания в отработавших газах на нагреваемой электрическим током проволоке. В измерительной камере такого прибора имеется горячая нить, на которой происходит «сжигание» содержащегося в отработавших газах СО с соответствующим изменением ее температуры. По степени изменения температуры проволоки судят о содержании СО в отработавших газах. Вследствие того что в отработавших газах содержится еще один продукт неполного сгорания топлива – СН, точность показаний такого прибора по СО заметно зависит и от концентрации этого компонента. Однако при нормально работающем двигателе с исправной системой зажигания и такой относительно простой прибор обеспечивает удовлетворительную точность показаний.

Шкалы газоанализаторов обычно проградуированы в процентах для СО, СО₂, О₂ и в «ч. н. млн» или «ррт» для СН. Единица измерения для СН – «частей на миллион» (ч. н. млн), или в своем англоязычном эквиваленте для аппаратуры зарубежного производства parts per million (ppm), представляет собой, как следует из ее названия, одну миллионную часть, т. е. одну десяти тысячную долю процента. Таким образом, 1000 ppm = 0,1 %. Забегая вперед, уже здесь уместно заметить, что углеводородов, т. е., условно сказать (условно, потому что это не в прямом смысле «живой бензин», а уже в значительной мере «тронутые» сгоранием его углеводородные компоненты), несгоревшего топлива, выбрасывается с отработавшими газами из работающего цилиндра по существу

ничтожно мало по сравнению с другими известными широкому кругу автомобилистов составляющими отработавших газов.

Типичная зависимость содержания основных компонентов отработавших газов от состава горючей смеси на обычном автомобильном двигателе с искровым зажиганием приведена на рисунке 3.47. Как мы видим, при составе горючей смеси значительно меньше $\alpha = 1$ в отработавших газах содержится много CO_2 , крайне мало O_2 , относительно мало CO , а также некоторое количество CH .

По мере обеднения состава смеси наблюдается снижение содержания в отработавших газах продуктов неполного сгорания топлива – CO и CH при одновременном повышении содержания одного из продуктов его полного сгорания – CO_2 . При богатой горючей смеси в отработавших газах содержится весьма мало свободного кислорода, так как он весь практически без остатка участвует в окислении топлива, т.е. в его сгорании.

На границе богатой и бедной горючей смеси, т.е. при так называемом стехиометрическом составе смеси, когда на каждые 15 кг поступившего в двигатель воздуха подано практически ровно 1 кг топлива, которое в этом количестве воздуха имеет теоретическую возможность полностью сгореть, содержание в отработавших газах продуктов неполного сгорания CO и CH значительно снижается и достигает в среднем соответственно 0,5–0,6% и 200–300 ppm. При этом содержание CO_2 достигает максимума (около 14,5%), и одновременно в отработавших газах появляется минимальное количество кислорода.

По мере дальнейшего обеднения состава смеси, т.е. уменьшения в топливовоздушной смеси количества топлива, содержание CO в отработавших газах достигает своих минимальных значений (0,2–0,05%), содержание CO_2 вследствие «разбавления» избыточным количеством воздуха уменьшается, и одновременно начинается рост содержания в отработавших газах находящегося в избытке и неизрасходованного при горении топлива свободного кислорода. При небольшой степени обеднения воспламенение и горение в цилиндрах двигателя горючей смеси происходит без «пропусков» и содержание в отработавших газах несгоревшего топлива, т.е. углеводородов, минимально (100–200 ppm).

При достижении значительного обеднения состава смеси в двигателе начинаются пропуски воспламенения, сопровождающиеся резким ростом содержания в отработавших газах CH . При этом содержание CO уже практически не изменяется, CO_2 продолжает падать, а содержание кислорода (O_2) вследствие уменьшения количества нормально сгоревшего топлива растет.

Таким образом, при помощи газоанализатора опытный ремонтник может видеть полное отражение картины происходящего в двигателе процесса сгорания и делать точное заключение о причине его нарушения. Образно говоря, хороший газоанализатор является «глазами» автомеханика, которыми он заглядывает прямо в цилиндр двигателя.

Рассмотрим конкретные примеры использования газоанализатора для диагностики систем двигателя.

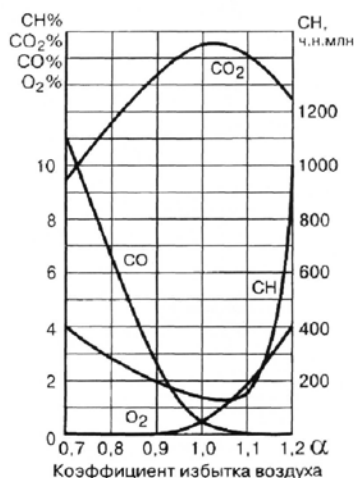


Рис. 3.47. Типичная зависимость содержания основных компонентов отработавших газов от состава смеси альфа

Типичные зависимости содержания CO и CH от частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу для исправного и правильно отрегулированного двигателя приведена на рис. 3.48. Как мы видим, по мере увеличения частоты вращения значение CO , не выходя за верхнюю границу 1,0–1,5 %, постоян-

но и плавно падает, достигая величины не более 0,5 % на высокой частоте вращения коленчатого вала. При этом содержание СН также плавно падает с исходного уровня, не превышающего 200–300 ppm. Отмеченный характер изменения СО и СН свидетельствует о правильной работе топливодозирующих систем карбюратора и исправности (но не о правильно выполненной регулировке!) системы зажигания.

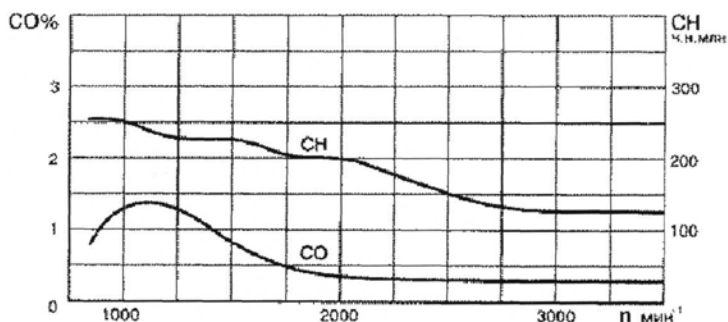


Рис. 3.48. Типичные зависимости СО и СН на исправном двигателе при повышении частоты вращения коленчатого вала

Двигатель с приведенным характером изменения СО и СН на холостом ходу при условии правильной установки угла опережения зажигания будет обеспечивать одновременно и низкий расход топлива.

Повышенный выброс СН, особенно на малой частоте вращения коленчатого вала, при нормальных величинах СО и CO_2 может свидетельствовать о неисправностях либо системы зажигания, либо о проникновении в камеру сгорания большого количества масла вследствие чрезмерного износа деталей цилиндропоршневой группы или нарушения уплотнения пары «шток клапана – направляющая втулка». В последнем случае на свечах имеются хорошо заметные жирные следы масла.

Нужно сказать, что выброс СН в значительной степени зависит от величины искрового промежутка в свечах зажигания, а также от угла опережения зажигания. Наименьшее количество пропусков воспламенения и соответственно наименьший выброс

углеводородов наблюдается при величине искрового зазора около 1 мм. При большей величине этого параметра могут наступать пробой в высоковольтных проводах и повышенные утечки тока высокого напряжения, особенно в сырую погоду. При меньшей величине зазора повышается число циклов с «вялым» начальным периодом сгорания вследствие меньшего объема горючей смеси, находящейся в «зоне влияния», короткой по длине искры. В обоих случаях наблюдается повышение выброса углеводородов.

Повышение энергии искрового разряда способствует интенсификации воспламенения горючей смеси в цилиндрах двигателя и как следствие – снижению выброса углеводородов. (Влияние интенсификации искрового разряда на топливную экономичность не превышает одного процента, а на мощность двигателя – вообще отсутствует!) Однако повышение энергии искрового разряда положительно сказывается на выброс углеводородов лишь до определенного предела. Понять это поможет аналогия с воспламенением разлитой в жаркий день лужи бензина от брошенной спички или от горящего полена: результат в обоих случаях одинаков.

Современные электронные системы зажигания, обеспечивающие энергию искрового разряда 50–75 мДж, позволяют практически полностью выбрать все имеющиеся здесь резервы.

Никак заметно не влияет на выброс углеводородов установка свечей с тремя и более боковыми электродами: их роль состоит только в том, чтобы повисить срок службы свечи за счет более медленного эрозионного износа каждого из электродов, т. к. каждый раз искра образуется только на каком-либо одном из них, где в данный момент сопротивление среды газов оказывается наименьшим. Точно так же молния сама ищет и находит только одно наиболее благоприятное с точки зрения сопротивления среды место пробоя.

Угол опережения зажигания в значительной степени влияет на процесс сгорания топлива в двигателе, а следовательно, и на выброс углеводородов. Как правило, уменьшение угла опережения зажигания сопровождается снижением выброса CH . Это происходит за счет улучшения условий для догорания топлива в вы-

пуском трубопроводе (при этом происходит рост температуры отработавших газов). Только чрезмерно позднее зажигание (далеко после ВМТ) может привести к нарушению воспламенения смеси в цилиндре и вызовет рост СН. Установка более раннего зажигания, даже не выходя за пределы наиболее экономичной работы двигателя, всегда приводит к росту СН. В этом проявляется неожиданный для многих вывод: наибольшая полнота сгорания топлива совсем не обязательно предопределяет достижение наибольшей топливной экономичности двигателя! Наоборот, для достижения меньшего выброса токсичных веществ, в частности для повышения полноты сгорания топлива, т. е. снижения выброса СН, разработчики автомобильной техники очень часто сознательно жертвуют топливной экономичностью!

Этот вывод иллюстрируется известным всем способом подключения вакуумного регулятора опережения зажигания: через отверстие в стенке корпуса дроссельных заслонок, выше кромки закрытой дроссельной заслонки. При этом на холостом ходу угол опережения зажигания определяется только начальной установкой распределителя, без влияния вакуумного регулятора. Такой угол опережения зажигания, обеспечивая небольшой выброс СН, является неоптимальным с точки зрения достижения топливной экономичности. Подключив вакуумный регулятор опережения зажигания непосредственно к разрежению за дроссельной заслонкой и отрегулировав на прежний уровень возросшую частоту вращения коленчатого вала на холостом ходу, мы достигнем повышения топливной экономичности на несколько процентов, однако увеличим содержание СН на холостом ходу по крайней мере вдвое.

Необходимо отметить, что любые манипуляции с зажиганием, не приводящие к выходу СН за пределы 1000 ppm, практически не влияют на изменение выброса СО. Лишь только значительные пропуски воспламенения горючей смеси приводят к разбавлению отработавших газов топливовоздушной смесью и, как следствие, снижению концентрации всех токсичных компонентов, кроме СН.

На выброс СН (в сторону повышения) могут влиять также любые непредусмотренные разработчиками двигателя изме-

нения фаз газораспределения. Типичный пример этого – распространявшиеся в последнее время конструкции гидрокомпенсаторов зазоров в клапанном механизме автомобилей ВАЗ. Установка такого устройства, приводящего к исключению предусмотренного штатным механизмом теплового зазора между кулачком и рычагом величиной 0,15 мм, неизбежно ведет к заметному увеличению перекрытия фаз впуска и выпуска вблизи ВМТ, сопровождающегося прежде всего прямой перетечкой отработавших газов во впускную систему. В результате процесс сгорания на холостом ходу и малых нагрузках резко ухудшается, что приводит к повышению содержания СН с отработавших газов в 2–3 раза и более, а также к заметной неустойчивости работы двигателя.

Рост выброса СН, вызванный ухудшением условий воспламенения горючей смеси, в наибольшей степени проявляется при обедненных регулировках карбюратора и становится менее заметен при более богатых регулировках. Иными словами, нарушения работы двигателя, связанные с состоянием системы зажигания, а также с ухудшением условий воспламенения горючей смеси, в наиболее выраженном виде проявляются при малом значении содержания СО и «смазываются» при большом содержании СО в отработавших газах. Это всегда нужно иметь в виду, делая заключение о вероятной причине неисправности.

Отклонение от приведенной зависимости (рис. 3.49) содержания СО, связанное с изменением состава приготавливаемой карбюратором горючей смеси, приводит либо только к повышению расхода топлива, либо еще и к ухудшению ездовых качеств автомобиля. В первом случае это бывает связано с излишним обогащением смеси, во втором – с ее переобеднением.

Возможные характерные отклонения зависимости содержания СО по частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу от нормальной кривой (1).

Эти отклонения можно разделить на четыре основные группы:

1) резкое повышение содержания СО в отработавших газах при открытии дроссельной заслонки, наблюдаемое от малой до высокой частоты вращения (кривая 5 на рис. 3.49.);

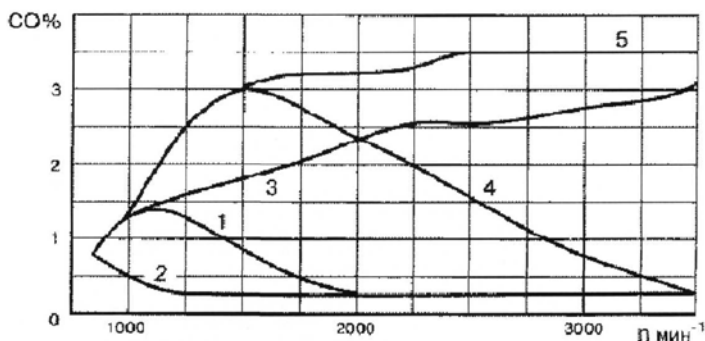


Рис. 3.49. Изменение содержания CO в отработавших газах по мере повышения частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу приоткрытием дроссельной заслонки:

1 – исправный отрегулированный карбюратор; 2 – переобеднение регулировки переходной системы; 3 – переобогащение регулировки главной дозирующей системы; 4 – переобогащение регулировки переходной системы; 5 – общее переобогащение регулировки карбюратора

2) резкое повышение содержания CO в отработавших газах при открытии дроссельной заслонки на малой частоте вращения коленчатого вала, спадающее по мере повышения частоты вращения (кривая 4);

3) плавное повышение содержания CO в отработавших газах по мере повышения частоты вращения коленчатого вала (кривая 3);

4) резкое снижение содержания CO в отработавших газах при открытии дроссельной заслонки, наблюдаемое от малой до высокой частоты вращения (кривая 2).

Причиной первого дефекта чаще всего является общее переобогащение регулировки дозирующих систем карбюратора, связанное либо с засорением воздушных жиклеров, в том числе воздушного жиклера системы холостого хода, либо с установкой топливных жиклеров слишком большого сечения. Вероятной причиной этого, а также и второго дефекта, может быть чрезмерное повышение уровня топлива.

Второй дефект чаще всего бывает вызван переобогащением регулировки переходной системы, т.е. по сути слишком большим

сечением топливного жиклера системы холостого хода или, теоретически, слишком малым сечением ее воздушного жиклера.

Третий дефект бывает вызван чрезмерно обогащенной регулировкой главной дозирующей системы первой камеры вследствие слишком большого сечения ее топливного жиклера или слишком малым сечением ее воздушного жиклера.

Четвертый дефект свидетельствует о чрезмерно обедненной регулировке карбюратора, чаще всего из-за слишком низкого уровня топлива в поплавковой камере или установки топливных жиклеров слишком малого сечения.

Оценить регулировку карбюратора при полном открытии дроссельной заслонки, определяющей динамические и мощностные показатели двигателя, можно либо непосредственно в дорожных условиях при движении автомобиля на подъеме, чтобы его скорость не превысила безопасную величину, либо, что гораздо удобнее, на нагрузочном стенде с беговыми барабанами. В первом случае потребуется газоанализатор, имеющий питание от автомобильной бортовой сети 12 В, во втором случае подойдет любой с питанием от сети переменного тока.

Двигаясь с полным открытием дроссельных заслонок, замерьте содержание СО в отработавших газах, которое во всем диапазоне изменения частоты вращения коленчатого вала должно находиться в пределах от 1,5 до 6,0 %. При слишком малом содержании СО резко снижается мощность двигателя и появляется опасность его повреждения. При слишком большом содержании СО в первую очередь возрастает расход топлива и в меньшей степени снижается мощность двигателя.

Идеальное значение, обеспечивающее отличную динамику и экономичность (только для полного дросселя), – 3–4 %. При малом и среднем открытии дроссельной заслонки оптимальная величина СО, обеспечивающая наилучшую экономичность, – 0,2–0,3 % при 100–200 rpm CH.

Однако измерения содержания компонентов в отработавших газах имеют смысл лишь только в том случае, если есть уверенность в герметичности системы выпуска. Любой заметный «подсос» воздуха в систему выпуска, вполне вероятный из-за pulsa-

ции давления отработавших газов при работе двигателя, приведет к искажению показаний газоанализатора и не позволит сделать правильное заключение о состоянии двигателя.

При помощи дополнительного измерения содержания в отработавших газах CO_2 или O_2 можно обнаружить наличие такого «подсоса» воздуха по нарушению баланса концентраций компонентов отработавших газов. Так, например, двигатель работает на богатой смеси при содержании CO около 2 %, однако вследствие подсоса воздуха содержание CO в месте отбора газов в анализатор составляет всего 1 %, т.е. произошло разбавление отработавших газов воздухом вдвое. Это разбавление легко может быть установлено по падению содержания CO тоже вдвое, т.е. с обычных для этого состава смеси 12–13 % и роста содержания O_2 с практически нулевого значения для этого же состава смеси до 10–11 %, т.е. половине его содержания в чистом воздухе, составляющего немногим более 20 %.

Обратясь к графику, можно увидеть, что при значении CO , равным 1 %, вышеуказанные значения CO_2 и O_2 значительно отличаются от нормальных для этого CO , т.е. что может быть объяснено только негерметичностью выпускной системы. Поэтому перед началом диагностических измерений всегда имеет смысл убедиться в правильном балансе концентраций компонентов отработавших газов, гарантирующем отсутствие недопустимых с точки зрения достоверности получаемых результатов «подсосов» воздуха.

Порядок выполнения работы

Работа выполняется в следующей последовательности:

I. Оценка влияния угла опережения зажигания на состав выхлопных газов.

Угол опережения зажигания в значительной степени влияет на процесс сгорания топлива в двигателе и на выброс углеводородов. Для оценки полноты сгорания топлива в зависимости от угла опережения зажигания используется совместно стробоскоп и прибор ИНФРАКАР [23].

Порядок выполнения работы:

1. Приготовить стробоскоп и ИНФРАКАР к работе.

2. Прогреть двигатель и установить по тахометру ИНФРАКАР частоту вращения коленчатого вала двигателя 1200 об/мин [23].

3. Поворотом регулятора-распределителя установить ранний угол опережения зажигания $+6^\circ$ и замерить величину выбросов СО и СН. Опыт повторить при оптимальном и позднем -6° углах опережения зажигания. Снять показания приборов.

4. Зафиксировать результаты измерений в лабораторном журнале.

II. Влияние скоростного режима двигателя на токсичность выхлопных газов.

1. Установить с помощью стробоскопа оптимальное значение угла опережения зажигания поворотом регулятора-распределителя.

2. Зафиксировать в лабораторном журнале содержание СО и СН на частотах вращения коленчатого вала двигателя при 2000 и 3000 об/мин.

3. Заглушить двигатель и демонтировать элементы приборов.

III. Обработка результатов измерения.

1. Построить по полученным данным графики содержания СО и СН в выхлопных газах в зависимости от угла опережения зажигания и при повышении частоты вращения коленчатого вала.

2. При помощи рисунков 3.48. и 3.49 сравнить полученные зависимости с изображенными на них кривыми и сделать заключение о влиянии исследуемых факторов на содержание СО и СН в отработанных газах.

3. Сделать заключение о состоянии регулировок систем.

Контрольные вопросы

1. Назвать назначение и принцип работы стробоскопа и ИНФРАКАР.

2. Объяснить особенности процесса сгорания топлива, вызванные нарушением системы.

3. Как подготавливаются стробоскоп и ИНФРАКАР к измерениям?

4. Порядок проведения опытов и обработки результатов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

Диагностирование ходовой части и рулевого управления автомобиля

Цель работы – изучить устройство и принцип действия тестера люфтов, приобрести навыки обращения с прибором, научиться определять без разборки техническое состояние ходовой части и рулевого управления автомобиля.

Содержание работы: лабораторная работа включает в себя проверку зазора в узле посадки сошки, свободного хода вала рулевой сошки редуктора, люфтов в шарнирах рулевых тяг, в сайлентблоках рычагов, в шаровых опорах подвески, в подшипниках ступиц колес и т. п.

Оборудование рабочего места: тестер люфтов марки ТЛ-2000, комплект инструментов, обтирочный материал, автомобиль ВАЗ.

Техника безопасности при выполнении лабораторной работы:

- к работе на тестере допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности;
- наладочные работы, осмотры и ремонт тестера должны производиться только при вынудом из розетки блоке питания и отключенном сжатом воздухе;
- при работе тестера запрещается находиться в зоне предупредительной разметки;
- помещение, в котором установлен тестер, должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.009–83;
- во время работы каждый студент должен находиться на своем рабочем месте и выполнять порученную работу. Все студенты должны знать порядок выполнения всей работы.

Внимание. При работе тестера может возникнуть опасность травмирования движущимися частями (подвижная площадка, колеса проверяемого автомобиля, шток пневмоцилиндра).

Общие сведения. Техническое состояние деталей и соединений рулевого управления, особенно его привода и усилителя, оказывает большое влияние на условия труда водителя, на утом-

ляемость, надежность и безопасность движения, легкость управления и устойчивость автомобиля, поэтому диагностирование его необходимо проводить при выполнении ТО-1.

К основным неисправностям рулевого управления относятся повышенный износ в деталях рулевого управления, увеличенный свободный ход рулевого колеса и заедание деталей рулевого управления.

Повышенный износ в деталях рулевого управления получается при несвоевременной и нерегулярной их смазке или в случае применения недоброкачественной смазки, а также в результате езды с повышенной скоростью по плохим дорогам, что может привести даже к поломке деталей рулевого управления. Поворачивание колес при помощи рулевого управления на месте также приводит к повышенному износу деталей из-за возникающего при этом сопротивления.

Увеличенный свободный ход рулевого колеса получается вследствие повышенных зазоров во всех деталях и сочленениях от колес до рулевого механизма и увеличенных зазоров в самом механизме.

На величину свободного хода рулевого колеса влияют износ подшипников ступиц передних колес и втулок шкворней, износ шарнирных сочленений тяг, поломка их амортизирующих пружин, ослабление крепления сошки на валу, маятникового рычага и крепления картера рулевого механизма к раме.

Общая оценка технического состояния рулевого управления без разборки и снятия его с места производится по величине суммарного люфта и по усилию, необходимому для поворота рулевого колеса.

Запрещается эксплуатация транспортных средств, если:

- суммарный люфт в рулевом управлении превышает 10° для легковых автомобилей и созданных на их базе автобусов, 20° для прочих автобусов и 25° для грузовых автомобилей;

- имеются не предусмотренные конструкцией перемещения деталей и узлов, резьбовые соединения не затянуты или не зафиксированы установленным способом [21].

Поскольку люфты в шаровых опорах, приводящие к ударным нагрузкам рулевых тяг, не допускаются, то они легко проверяют-

ся визуально, одновременно с другими открытыми рычагами рулевого управления.

В процессе эксплуатации автомобиля происходит значительные изменение ходовой части. При диагностировании ходовой части следует обращать особое внимание на техническое состояние элементов подвески – рессор и амортизаторов. От их работоспособности зависят плавность хода, устойчивость и безопасность движения автомобиля. Недостаточная плавность хода утомляет водителя и пассажиров, увеличивает динамические нагрузки на элементы автомобиля, сокращает срок его службы и снижает производительность.

Наиболее часто встречающиеся неисправности и отказы подвески: поломка рессорных листов и пружин, износ пальцев и втулок рессор, износ резинового буфера – ограничителя хода моста, износ амортизаторов, втулок, стабилизаторов и т.д. Внешним проявлением рассмотренных отказов является появление стуков и шумов при движении автомобиля и плохо затухающие колебания кузова при наезде на препятствие.

При визуальном осмотре элементов подвески проверяют:

- наличие поломок и трещин пружин, листов рессор, кронштейнов и сфер рессор;
- люфт в сопряжении рычагов, стойки амортизаторов и рессор; зазор между кузовом и кронштейнами осей рычагов передней подвески; качество резиновых упоров.

Для проверки технического состояния ходовой части легковых автомобилей существуют тестеры люфтов, которые за счет принудительного перемещения колеса в горизонтальной и вертикальной плоскости с помощью пневмо или гидроцилиндра позволяют оценить техническое состояние узлов ходовой части автомобиля.

Назначение и технические данные тестера люфтов ТЛ-2000. Тестер (рис. 3.50) предназначен для проверки следующих узлов транспортных средств: крепления опоры, шарнира независимой подвески, подвески двигателя, опорного рычага подвески, рулевой тяги, подшипника ступицы колеса и т. п. Основные характеристики тестера представлены в табл. 3.22 [24].

Таблица 3.22

Основные технические параметры и характеристики

Параметры		Не менее	Не более
Максимальная нагрузка на площадку, кг		–	2000
Скорость проезда через тестер, км/ч		–	3
Ход центра площадки по направлению движения влево/вправо, мм		60	–
Ход центра площадки по направлению движения вперед/назад, мм		55	–
Ход площадки по диагонали, мм.		80	–
Потребляемая мощность, В•А		–	40
Параметры сети переменного тока:	напряжение, В	198	242
	частота, Гц	49,5	50,5
Параметры сети сжатого воздуха:	давление, МПа	0,6	0,65
	класс воздуха по ГОСТ 17433-80	–	10
Температура окружающей среды, °С		+10	+35
Влажность при 25 °С, %		–	80
Содержание коррозионно-активных агентов	сернистый газ, мг/м ³ – сут	–	250
	хлориды, мг/м ³ – сут	–	0,3
Длина площадки, мм		–	790
Ширина площадки, мм		–	630
Высота площадки, мм		–	27

Устройство и принцип действия тестера люфтов. Принцип работы тестера заключается в принудительном перемещении колеса передней подвески автомобиля и визуальном определении соответствующих люфтов.

Тестер представляет собой стационарно установленную платформу, источник питания, фонарь и коробку клеммную (рис. 3.51).

Платформа состоит из неподвижной плиты с плоскими антифрикционными накладками и двумя осями (правой и левой по ходу движения) и подвижной площадки, которая лежит на антифрикционных накладках с возможностью ее перемещения вокруг правой оси при помощи штока пневмоцилиндра на проушине, закрепленной на левой оси. При перемещении штока цилиндра назад-вперед подвижная площадка перемещается по неподвижной



Рис. 3.50. Тестер для проверки люфтов ТЛ-2000

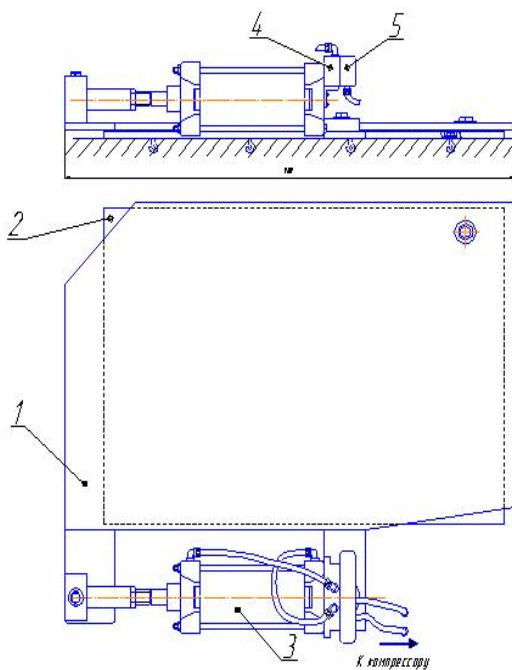


Рис. 3.51. Общий вид тестера для проверки люфтов:
 1 – плита верхняя; 2 – плита нижняя; 3 – пневмоцилиндр;
 4 – распределитель; 5 – клеммная коробка

плите на величины, указанные в технических данных. На проушине цилиндра под кожухом установлен пневмораспределитель, подающий воздух в ту или иную полость цилиндра.

Источник питания предназначен для преобразования переменного напряжения 220 В в постоянное 24 В для питания катушки пневмораспределителя и лампочки фонаря.

Фонарь предназначен для подсветки осматриваемых механизмов и управления перемещением площадки при помощи кнопок, расположенных на нем.

Коробка клеммная предназначена для коммутации проводов между источником питания, платформой и фонарем.

Порядок выполнения работы. Во время контроля водитель остается в кабине для включения (при необходимости) ручного и ножного тормоза, блокирования рулевого колеса.

Порядок диагностирования [24]:

1. Включить вилку источника питания в розетку 220 В.
2. Открыть кран подачи сжатого воздуха и установить давление от 0,6 до 0,65 МПа (6–6,5 кгс/см²).
3. Нажатием кнопок на фонаре проверить подсветку и перемещение площадки.
4. Заехать колесом диагностируемого автотранспортного средства на площадку тестера (желательно на ее центр). Скорость проезда через тестер – не более 3 км/ч.
5. Включить подсветку, нажатием и отпусканием кнопки перемещаем «туда-сюда» площадку с колесом автомобиля.
6. Провести диагностику ходовой части и рулевого управления в следующем порядке:
 - проверить зазор в узле посадки сошки;
 - проверить свободный ход вала рулевой сошки редуктора;
 - проверить люфт в шарнирах рулевых тяг;
 - проверить люфт в шарнирах поперечной тяги;
 - проверить люфт в шаровых опорах передней подвески;
 - проверить люфт в сайлентблоках рычагов передней подвески;
 - проверить люфт в подшипниках ступиц колес передней подвески;
 - проверить люфт в сайлентблоках поперечной тяги задней подвески;

- проверить люфт в сайлентблоках продольных тяг задней подвески;
- проверить люфт в подшипниках полуосей задней подвески;
- сделать заключение о техническом состоянии ходовой части и рулевого управления.

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите основные неисправности ходовой части автомобиля.
2. Назовите основные неисправности рулевого управления автомобиля.
3. Назовите назначение и технические данные тестера люфтов.
4. Объясните устройство и принцип действия тестера люфтов.
5. Нормативное значение суммарного люфта рулевого управления для легкового автомобиля.
6. Порядок диагностирования ходовой части.
7. Порядок диагностирования рулевого управления.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

Диагностирование технического состояния свечей зажигания двигателей внутреннего сгорания

Цель работы – расширение и приобретение навыков практического использования технологического оборудования при техническом обслуживании и текущем ремонте автомобилей за счет проведения проверки и оценки технического состояния свечей зажигания двигателей внутреннего сгорания.

Содержание работы. Работа включает в себя визуальную оценку технического состояния, техническое обслуживание перед диагностированием и диагностирование искровых свечей зажигания двигателей внутреннего сгорания, сравнение полученных результатов с допускаемыми и составление заключения об их техническом состоянии.

Оборудование рабочего места: свечи зажигания с различными характеристиками, комплект для проверки и очистки свечей зажигания модели Э203, щуп круглый (проволочный).

Техника безопасности при выполнении лабораторной работы:

1. Прибор для проверки свечей соответствует классу защиты человека от поражения электрическим током 1 по ГОСТ 12.2.007.0–75.

2. При работе прибора следует остерегаться высокого напряжения, которое подается на проверяемую свечу или на контрольный разрядник. Не рекомендуется нажимать кнопку «Проверка» с неприсоединенным к свече или разряднику высоковольтным проводом, а также оставлять прибор в подключенном состоянии к сети питания при длительных перерывах в работе.

3. Работа на приспособлении для очистки свечей без защитного экрана запрещается и должна проводиться в защитных очках.

4. Пуск функции «Очистка» без вставленной в отверстие манжеты свечи запрещается, так как в этом случае произойдет выброс песка под давлением наружу.

5. Во время перерывов в работе необходимо перекрывать кран подачи воздуха в приспособление или следует вставлять в отверстие манжеты заглушку (можно неисправную свечу) соответствующего диаметра.

Общие сведения. Электрическую энергию используют в автомобиле для зажигания рабочей смеси в цилиндрах карбюраторных и газовых двигателей, пуска двигателя стартером, питания приборов освещения, сигнализации, контрольных и других приборов электрооборудования.

Кроме этих потребителей электрического тока в систему электрооборудования автомобиля входят источники тока, выключатели, предохранители и провода.

В качестве источников тока на автомобиле применяют аккумуляторную батарею и генератор. Аккумуляторная батарея питает потребители, когда двигатель не работает или работает на малых оборотах холостого хода, а генератор питает потребители и заряжает аккумуляторную батарею при работе двигателя на средних и больших оборотах.

Для получения надежного искрового разряда при расстоянии между электродами свечи зажигания 0,5–0,7 мм и давлении сжа-

той в цилиндре рабочей смеси, достигающем 1,0–1,2 МПа (10–12 кгс/см²), к электродам должен быть подведен ток напряжением не ниже 10000–12000 В. У карбюраторных и газовых двигателей отечественных автомобилей применяют систему батарейного зажигания (рис. 3.52). В систему зажигания входят: катушка зажигания, прерыватель-распределитель, конденсатор, свечи зажигания, выключатель (замок) зажигания и провода. Указанные приборы и детали образуют две электрические цепи – низкого и высокого напряжения.

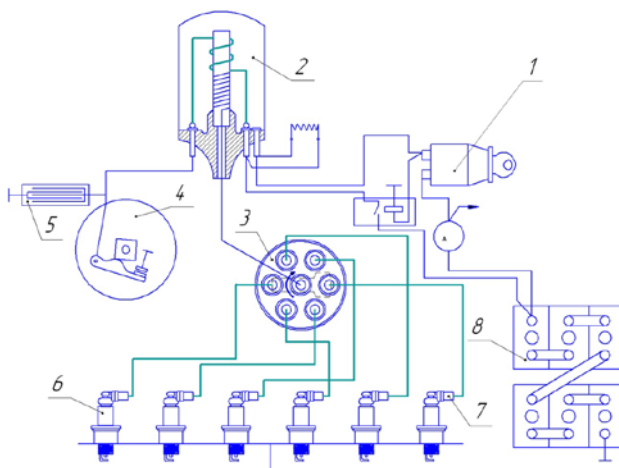


Рис. 3.52. Схема батарейной системы зажигания:

1 – выключатель (замок) зажигания; 2 – катушка зажигания; 3 – распределитель тока высокого напряжения; 4 – прерыватель тока низкого напряжения; 5 – конденсатор; 6 – свечи зажигания; 7 – подавительные сопротивления для устранения помех радиоприему; 8 – батарея аккумуляторная

Цепь тока низкого напряжения: положительная клемма аккумулятора, выключатель зажигания, клемма ВК-Б катушки зажигания, добавочное сопротивление, первичная обмотка, зажим *P*, подвижный контакт прерывателя, неподвижный контакт, масса – отрицательная клемма аккумулятора.

Цепь тока высокого напряжения: вторичная обмотка катушки, центральный контакт крышки распределителя, ротор, боковой контакт, провод высокого напряжения, электроды свечи, масса.

Катушка зажигания, преобразующая ток аккумуляторной батареи (первичный ток) в ток высокого напряжения, поступающий к свечам (вторичный ток), состоит из стального корпуса, сердечника, первичной и вторичной обмоток, карболитовой крышки с центральным контактом и клеммами добавочного сопротивления.

Свеча зажигания служит для получения электрической искры в цилиндре двигателя. На автомобилях применяют неразборные свечи различных типов, имеющие некоторые конструктивные отличия.

Основные части свечи зажигания (типа А7НТ): корпус 8 (рис. 3.53, а) с боковым электродом 11, изолятор 5 с центральным электродом 10, теплоотводящая шайба 7, упорная шайба 4, контактная гайка 3 для присоединения наконечника провода 1 и уплотнительное кольцо 9 корпуса 2. Корпус 8 изготовлен из стали и имеет снаружи грани для ключа и в нижней части резьбу. Изолятор свечи изготовлен из специальной глиноземистой керамической массы (содержащей до 75% окиси алюминия), обладающей высоким электрическим сопротивлением, механической прочностью и теплостойкостью. Наружная поверхность изолятора покрыта глазурью. В изоляторе с помощью нарезки и термостойкого цемента заделан металлический стержень из углеродистой стали с приваренным к нему центральным электродом 10. Около нижнего конца центрального электрода расположен боковой электрод 11, приваренный к нижней части корпуса. Электроды изготавливают из никелемарганцевых или хромистых сплавов.

Изолятор 5 установлен в выточке корпуса на теплоотводящей латунной шайбе 7, наглухо закреплен завальцовкой верхнего бурта корпуса и уплотнен слоем порошкообразного токонепроводящего герметика 6. Шайба 7 способствует отводу тепла от изолятора на корпус свечи и далее на массу головки блока, устраняя перегрев свечи при работе.

В свечах А10НТ на изоляторе сверху также установлена уплотнительная шайба. На верхнем конце стержня центрального электрода закреплена упорная шайба 4 и имеются резьбы с контактной гайкой 3 для присоединения наконечника провода от распределителя тока высокого напряжения.

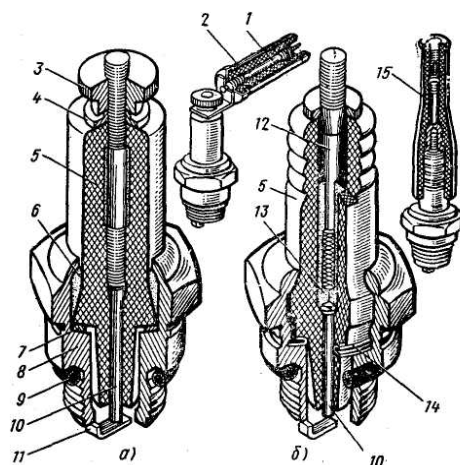


Рис. 3.53. Свечи зажигания с сопротивлениями:

а – свеча А7НТ; б – А15БС

В свечах А15БС изолятор 5 (рис. 3.53, б) изготовлен из особого качества керамической массы – боркорунда (содержащего до 95 % окиси алюминия), что повышает надежность работы свечи. Центральный стержень 12 имеет на конце контактную головку и не соединен непосредственно с центральным электродом 10, а закреплен в изоляторе стеклогерметиком 13, проводящим электрический ток. Изолятор установлен в корпусе на теплоотводящей стальной шайбе 14 и закреплен опрессовкой корпуса в горячем состоянии и завальцовкой верхнего его бурта. У свечей этого типа верхняя часть изолятора обычно делается ребристой для лучшей теплоотдачи.

Свечу на медном трубчатом уплотнительном кольце 9 завертывают в отверстие головки блока цилиндров; при этом нижняя часть свечи с электродами входит в камеру сгорания.

Для двигателей различных типов применяют свечи соответствующего размера и с определенной тепловой характеристикой. Основными размерами свечи являются диаметр и длина ввертываемой части, а также длина нижнего конуса (юбки) изолятора. Наиболее часто применяются свечи с метрической резьбой диаметром 14 мм.

Для нормальной работы свечи имеет значение длина нижнего (внутреннего) конуса – юбки изолятора теплового конуса. Если юбка изолятора для двигателя данного типа очень длинная и не соответствует его тепловому режиму, то она во время работы двигателя будет сильно нагреваться и на ней могут образоваться трещины. Кроме того, вследствие перегрева юбки изолятора может произойти преждевременное воспламенение смеси (калильное зажигание). Если юбка изолятора очень коротка, то температура ее будет низкой, и масло, попадающее на свечу при работе двигателя, будет плохо сгорать, в результате чего свеча покроется нагаром, что нарушит нормальную ее работу.

Нормальная температура юбки изолятора свечи зажигания в работающем двигателе должна быть в пределах примерно 500–600 °С. От длины юбки изолятора зависит тепловая характеристика свечи – ее калильное число, пропорциональное среднему индикаторному давлению при работе без возникновения калильного зажигания на специальном двигателе при соответствующем испытательном режиме. Свечи с калильным числом ниже примерно 10–12 относятся к горячим и применяются на малооборотных двигателях с невысокой степенью сжатия. Свечи с калильным числом выше 10–12 относят к холодным, их устанавливают на высокооборотных двигателях.

Свечи зажигания имеют определенное условное обозначение по ГОСТ 2043–74. В условном обозначении первая буква обозначает размер резьбы корпуса (А – резьба М14×1,25; М – резьба М18×1,5); цифра – калильное число; последние буквы – длину резьбовой части корпуса: Н – 11 мм, Д – 19 мм (длина 12 мм не обозначается); выступание теплового конуса изолятора за торец корпуса (В); герметизацию по соединению изолятор – центральный электрод термоцементом (Т); У – уралит; С – герметизированный стеклопластиком центральный электрод, вторая С – специальная.

Для устранения помех радиоприему, которые вызываются токами высокого напряжения при работе двигателя, в высоковольтную цепь включают подавительные угольные сопротивления

8000–13000 Ом. Сопротивления могут быть включены в цепи, идущие к свечам, в цепь, идущую от катушки зажигания к распределителю, или встроены непосредственно в свечу зажигания. Если подавительное сопротивление (типа СЭО-2) установлено в цепи, идущей к свече зажигания, то оно представляет собой угольное сопротивление 1, вставленное в карболитовый корпус 2 (см. рис. 3.52), на котором закреплен наконечник для присоединения к свече с помощью контактной гайки. Один конец стержня сопротивления через пружину соединен с наконечником, а другой конец – с шурупом, ввертываемым в жилу провода высокого напряжения. Применяют также подавительное сопротивление (типа СЭ-14) с карболитовым корпусом 15, надвигаемым на свечу и удерживаемым на резьбе центрального стержня свечи с помощью пружинной скобки.

Для соединения клемм распределителя зажигания с электродами свечей используют специальные провода высокого напряжения. Применяются провода с металлической жилой и резиновой или полихлорвиниловой изоляцией (марки ПВВ), а также провода марки ПВВО с полихлорвиниловой изоляцией и неметаллической жилой, которые не требуют установки специальных сопротивлений для подавления радиопомех.

На специальных автомобилях высокой проходимости устанавливают экранированные герметизированные свечи зажигания. В таких свечах корпус снабжен удлиненным трубчатым металлическим экраном, охватывающим верхнюю трубчатую часть боркорундового изолятора, в которой расположен стержень с керамической втулкой и подавительным сопротивлением; контактная головка стержня заделана в изоляторе.

К свече на уплотняющей резиновой втулке герметично присоединяется провод, заключенный в экранирующий герметичный шланг (например, свеча СН307 с проводом ПВС-7). Для двигателей следует применять только свечи, указанные в заводской инструкции, так как у различных свечей длина и диаметр юбки изолятора неодинаковые, а значит, и разная тепловая характеристика. Неправильно подобранная свеча может перегреваться или переохлаждаться. В первом случае в двигателе происходит

калильное зажигание, во втором – изолятор быстро покрывается нагаром или маслом и свеча отказывает в работе.

Катушка зажигания. Катушка зажигания служит для преобразования тока низкого напряжения (6 или 12 В) в ток высокого напряжения (12000–15000 В). Схема получения тока высокого напряжения в катушке показана на рис. 3.54.

Основными частями катушки зажигания являются сердечник 3, первичная 2 и вторичная 4 обмотки.

Первичная обмотка 2 выполнена из толстой проволоки и имеет малое число витков (примерно 300). Один конец обмотки через прерыватель 6 подключен к массе, а другой – к источнику тока (батарее) 1. Вторичная обмотка 4 состоит из большого числа витков (примерно 20000) и для получения небольших размеров катушки наматывается из очень тонкой проволоки. Один конец вторичной обмотки соединен через массу с боковым электродом свечи зажигания 5, а другой – с центральным электродом.

Когда контакты прерывателя 6 замкнуты, по первичной обмотке 2 катушки от аккумуляторной батареи 1 проходит ток низкого напряжения. При этом вокруг обмотки создается магнитное поле, усиливается железным сердечником 3. При размыкании контактов прерывателя 6 ток в первичной обмотке прекращается, и силовые линии исчезающего магнитного поля пересекают витки вторичной обмотки 4. При этом в каждом витке ее возникает э.д.с. Вследствие того что вторичная обмотка имеет большое число витков и все они соединены последовательно, на ее концах возникает очень высокое напряжение (10000–15000 В) при напряжении первичного тока 12 В. В результате возникновения высокого напряжения между электродами свечи 5 зажигания, соединенными со вторичной обмоткой, проскакивает сильная электрическая искра, обеспечивающая воспламенение сжатой в цилиндре смеси. При замыкании контактов прерывателя 6 в первичной обмотке 2 снова появляется ток и создается магнитное поле, а при размыкании опять индуцируется ток высокого напряжения во вторичной обмотке 4, который подводится к электродам следующей свечи при помощи распределителя.

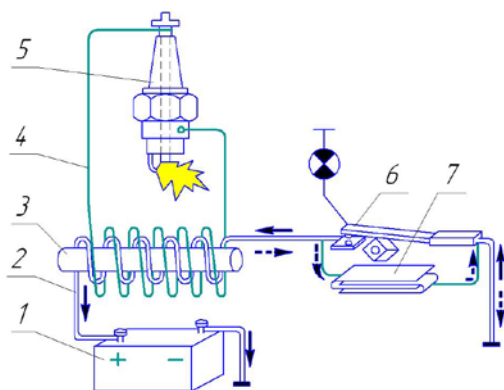


Рис. 3.54. Схема получения тока высокого напряжения в индукционной катушке

При размыкании контактов прерывателя 6 силовые линии магнитного поля первичной обмотки 2 катушки пересекают также и ее витки и в ней индуцируется э.д.с. самоиндукции, вызывающая появление в замкнутой первичной цепи тока самоиндукции. Этот ток при размыкании цепи прерывателем имеет то же направление, что и основной ток, идущий по обмотке (сплошные стрелки на рис. 3.54). Вследствие этого напряжение в первичной обмотке в момент размыкания контактов значительно возрастает, в результате чего появляется сильное искрение между контактами прерывателя. Под действием искры контакты быстро обгорают, что нарушает нормальную работу прерывателя. Кроме того, в результате появления искры между контактами замедляется скорость размыкания первичной цепи и резкость изменения магнитного поля, что приводит к понижению напряжения тока, индуцируемого во вторичной обмотке, и снижению интенсивности искры в свече.

Для поглощения энергии тока самоиндукции и уменьшения искрения между контактами прерывателя к нему присоединен конденсатор 7.

Конденсатор состоит из двух металлических листов (обкладок) и слоя изоляционной бумаги, разделяющей листы. Одна обкладка соединена с неподвижным контактом прерывателя 6, а другая – с подвижным, т.е. конденсатор включен параллельно

контактам прерывателя. Конденсатор, имея большую поверхность металлических обкладок, обладает значительной электрической емкостью. Вследствие этого конденсатор при размыкании контактов прерывателя 6 поглощает избыточную электрическую энергию тока самоиндукции и заряжается, в результате чего контакты прерывателя размыкаются почти без искрения.

Обкладки конденсатора, соединенные между собой через первичную обмотку катушки и источник тока, получают различные по знаку заряды, вследствие чего после зарядки конденсатор быстро разряжается через первичную цепь. При этом ток разрядки конденсатора направлен противоположно основному первичному току (штриховые стрелки на рис. 3.54), что способствует более быстрому размагничиванию сердечника катушки и более резкому изменению магнитного поля. В результате во вторичной обмотке создается большое напряжение и повышается интенсивность искры между электродами свечи. После разряда обкладки конденсатора снова заряжаются, но зарядами противоположного знака. Затем вновь происходит разряд конденсатора и т.д. до тех пор, пока электрическая энергия, запасенная в конденсаторе, не будет затрачена на различного рода потери. Поэтому разряд конденсатора имеет колебательный затухающий характер. Этот разряд сопровождается колебаниями магнитного поля в катушке, оказывая влияние на вторичную обмотку и способствуя увеличению длительности искры, проскакивающей между электродами свечи.

Колебательный разряд совершается с большой скоростью, и к началу следующего размыкания контактов прерывателя конденсатор оказывается полностью разряженным и подготовленным к следующему циклу.

На автомобилях применяются катушки зажигания двух типов: катушки, заполненные твердой компаундной массой (Б-1, Б-7А), и катушки, рассчитанные на более высокое напряжение и залитые трансформаторным маслом (маслонаполненные), улучшающим надежность их изоляции и отвод тепла от обмоток (Б-13, Б-115 и Б-117). Катушки этих двух типов характеризуются разными обмоточными данными и снабжены выносным добавочным сопротивлением.

Нормальная работа искровых свечей зажигания оказывает существенное влияние на надежность, мощность и топливную экономичность двигателей внутреннего сгорания. Свечи во время работы подвергаются значительным тепловым, динамическим, механическим, электрическим нагрузкам и воздействию агрессивных химических агентов. Это и предопределяет необходимость систематической проверки технического состояния свечей во время эксплуатации.

У свечи, соответствующей по тепловой характеристике двигателю, во время работы температура теплового конуса достигает 400–900 °С, при которой на нем не будет наблюдаться образования нагара. При этом будет происходить в основном только электрическая эрозия электродов в процессе искрообразования, что потребует периодической регулировки зазора между электродами.

Неполное сгорание топливной смеси, неправильный тепловой режим или неверная установка момента зажигания, попадание в камеру сгорания избыточного количества смазочного масла и другие неисправности двигателя приводят к отложению электропроводящего нагара на поверхности теплового конуса изолятора и электродах свечи. При этом будет происходить утечка тока по нагару и может нарушаться искрообразование, а двигатель будет работать с перебоями. Такие свечи необходимо очищать от нагара и устранять причины его образования путем восстановления нормального технического состояния двигателя или его систем.

Нарушение герметичности соединений свечи или разрушение изолятора могут произойти из-за превышения крутящего момента при вворачивании свечи в головку блока или других механических воздействий и ударов.

Пробой или поверхностное перекрытие изолятора свечи могут произойти из-за загрязненности его поверхности или образования поверхностных трещин.

Большую часть дефектов свечей в условиях эксплуатации можно обнаружить и устранить с помощью комплекта модели Э203.

Визуальная оценка технического состояния свечей перед техническим обслуживанием и диагностированием. При снятии с двигателя свечей необходимо убедиться, что их тип и зазор соответствуют инструкции по эксплуатации автомобиля (двигателя).

При осмотре снятых с двигателя свечей следует обратить внимание на состояние и цвет теплового конуса изолятора.

Если при осмотре на конусе изолятора будет наблюдаться незначительный слой нагара кремовато-коричневого цвета, то можно сделать вывод о том, что тепловая характеристика (тип) свечи соответствует типу двигателя, а его системы работают нормально. Такой нагар не нарушает работу свечей, и они не нуждаются в очистке. При работе двигателя на этилированном бензине на тепловом конусе при нормальном состоянии свечей будет наблюдаться порошкообразный налет сероватого оттенка, который также не нарушает работу свечей.

Если при осмотре на тепловом конусе и электродах свечи будет обнаружен значительный слой нагара черного цвета, то она нуждается в очистке, а предположительными причинами образования нагара будут следующие:

- рыхлый черно-матовый нагар является следствием неполного сгорания топливной смеси из-за переобогащения ее топливом или следствием длительной работы двигателя в режиме холостого хода;

- твердый нагар черного цвета является следствием несоответствия типа свечи двигателю по тепловой характеристике. В этом случае свеча остается холодной, и температура теплового конуса ниже температуры самоочищения.

Причинами нагара черного цвета могут быть также неисправная работа систем зажигания или избыточное попадание смазочного масла в камеру сгорания из-за неудовлетворительного состояния двигателя.

В случае наличия значительного слоя нагара свеча должна быть подвергнута очистке.

Наличие на тепловом конусе нагара белого, светло-серого или светло-желтого цвета свидетельствует о том, что свеча при работе перегревается. Перегрев может вызываться не только несоответствием типа свечи двигателю, но и недостаточно плотной затяжкой свечи в гнезде, отсутствием или порчей уплотнительной прокладки или наличием грязи под ней, так как в этих случаях ухудшается отвод тепла от свечи. Это также может быть

следствием установки слишком позднего момента зажигания или неисправностей в системе охлаждения. Как правило, перегрев свечи сопровождается повышенной эрозией электродов.

Свечи, имеющие видимые механические повреждения, следует выбраковывать.

Периодически, через 10 тыс. км пробега автомобиля, следует проверять состояние свечей и при необходимости регулировать зазор между электродами. После пробега автомобилем 30 тыс. км свечи зажигания выбраковывают. Неработающую свечу можно определить, замыкая клемму свечи на массу отверткой, молотком и т.п. В случае замыкания исправной свечи работа двигателя еще более ухудшается, а при замыкании неисправной свечи работа двигателя не изменяется.

Комплект (рис. 3.55) для проверки и очистки свечей зажигания модели Э203 [17] предназначен для технического обслуживания перед диагностированием и диагностирования во время эксплуатации искровых свечей зажигания двигателей внутреннего сгорания с резьбой на корпусе М14×1,25 и М18×1,5 и длиной резьбовой части от 12 до 19 мм. На корпусе комплекта расположена воздушная камера 20 для проверки свечей на искрообразование, а внутри корпуса размещены катушка зажигания 14 и пескоструйная камера 11. От компрессора через воздушный шланг 7

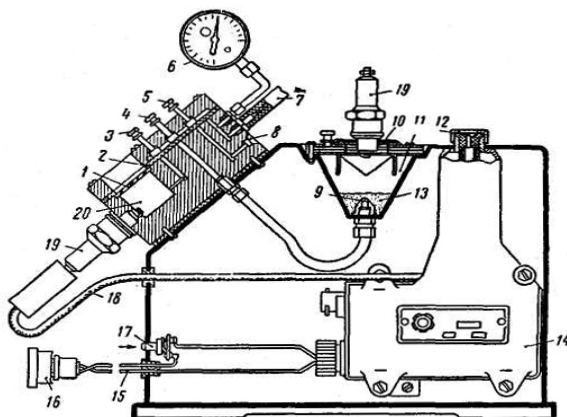


Рис. 3.55. Комплект для проверки и очистки свечей зажигания

в прибор подают сжатый воздух. Очищаемую свечу 19 помещают в отверстие сменной резиновой манжеты 10, установленной под крышкой, и отвертывают винт 4. При этом сжатый воздух, поступающий от компрессора через сопло 9, захватывает частицы песка, которые, ударяясь об изолятор и электроды свечи, очищают их за 5–10 с. Затем свечу подставляют к гнезду 8 и, отвернув винт 4, обдувают ее для удаления песка.

Проверяемую на искрообразование свечу ввертывают в одно из отверстий воздушной камеры 20 с установленной в ней резиновой диафрагмой 2 в зависимости от диаметра нарезной части, вилку с шнуром 15 соединяют с источником тока напряжением 12 В с помощью розетки 16 и кнопки 17, а наконечник провода – 18 с центральным электродом свечи 19. Отвертывают винт 3 и 5 для подачи сжатого воздуха и установления давления 0,7–0,8 МПа (7–8 кгс/см²) в камере 20. Давление воздуха контролируют по манометру 6. Нажимая кнопку сбоку корпуса, включают катушку зажигания и подают ток высокого напряжения на свечу, а через смотровое окно 1 наблюдают за искрообразованием на электродах. Перебои в искрообразовании, отсутствие искры или искрение не между электродами, а через трещины изолятора указывают на неисправность свечи.

При слишком большом зазоре между электродами свечи ток высокого напряжения будет проходить через искровой разрядник 12.

По устойчивости к механическим воздействиям приборы имеют виброустойчивое исполнение, соответствующее группе L3 по ГОСТ 12997.

По устойчивости к воздействию температуры и влажности окружающего воздуха приборы соответствуют группе С4 ГОСТ 12997, но для работы при температуре от минус 50 до плюс 50 °С имеют исполнение У категорию размещения 2 по ГОСТ 15150.

Конструктивно комплект выполнен в виде двух отдельных блоков: прибора для проверки свечей и приспособления для очистки. Для контроля и регулирования зазоров между электродами свечей в комплекте имеются комбинированный щуп и ключ для регулировки искрового промежутка.

Принцип действия прибора для проверки свечей (Э203–П.00.000) основан на визуальном наблюдении искрообразования между электродами свечей через смотровые стекла воздушной камеры при заданном давлении воздуха, окружающего электроды. Испытательное напряжение подается на свечу от источника высокого напряжения, имитирующего систему зажигания автомобиля, с накоплением энергии в зарядной емкости и передачей ее с помощью тиристорного коммутатора в катушку зажигания.

Давление сжатого воздуха в камере создается с помощью ручного пневматического поршневого насоса. Контроль создаваемого давления осуществляется с помощью манометра, а сброс (регулирование) давления – с помощью выпускного вентиля.

Отличительной особенностью конструкции данного прибора является то, что наблюдение за искрообразованием возможно через отражающее зеркало и смотровое стекло как с торца, так и сбоку свечей.

Герметичность свечей проверяется по падению давления в воздушной камере за заданное время.

Для контроля исправности электрической схемы в приборе имеется трехэлектродный игольчатый разрядник, к которому может подключаться провод от источника высокого напряжения. При этом визуально проверяется бесперебойность искрообразования на разряднике.

Защита питающей сети от радиопомех осуществляется с помощью экранированной обмотки трансформатора и проходных конденсаторов, а защита от излучения помех в эфир – наличием в схеме помехоподавительного резистора, находящегося в наконечнике высоковольтного провода, и ограничением длительности работы прибора до 30 с.

Очистка от нагара и сдув частиц песка в приспособлении для очистки (Э203–0.00.000) проводятся последовательно при одной установке свечи в отверстие манжеты пескоструйной головки. Песок 13 при нажатии на кнопку «Очистка» засасывается эжектором из мешка-фильтра и через сопло под давлением подается на свечу. Сдув частиц песка со свечи после проведения очистки

производится струей сжатого воздуха, подаваемого через другое сопло головки, при нажатии на кнопку «Обдув».

Комплект обеспечивает:

- очистку песком нагара на корпусе, тепловом конусе изолятора и электродах свечи;
- сдув частиц песка после проведения очистки;
- контроль и регулирование зазоров между электродами свечей в диапазоне от 0,6 до 1 мм с интервалом через 0,1 мм;
- испытание свечей на бесперебойность искрообразования;
- испытание свечей на герметичность.

С помощью комплекта могут быть выявлены следующие дефекты свечей:

- перебои в искрообразовании между электродами;
- трещины, внутренние пробои или поверхностные перекрытия изолятора;
- потеря герметичности.

Тип конструкции – стационарный двухблочный.

Электропитание прибора для проверки свечей – от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В частотой 50 Гц с допускаемыми отклонениями напряжения от плюс 10 до минус 15 %, частоты ± 1 Гц.

Потребляемая от сети электрическая мощность – не более 15 Вт. Давление сжатого воздуха, создаваемое воздушным насосом в испытательной камере, за 10 рабочих ходов поршня – не менее 1 МПа (10 кгс/см²).

Диапазон измерений встроенного манометра – от 0 до 1,6 МПа (от 0 до 16 кгс/см).

Класс точности манометра – 4.

Искровой промежуток (зазор между электродами) контрольного разрядника – 12 мм.

Время непрерывной работы при испытаниях свечей на бесперебойность искрообразования – не более 30 с.

Питание сжатым воздухом приспособления для очистки свечей – от сети сжатого воздуха давлением от 0,4 до 6,6 МПа (от 4 до 6 кгс/см²) с допускаемым содержанием в воздухе примесей – по классу загрязненности 3 ГОСТ 17433–80.

Расход сжатого воздуха при очистке свечей – не более 6 м³/ч.

Применяемый для очистки песок – природный кварцевый формовочный основной фракции категории Б сосредоточенной зерновой структурой (марки 1 КО 16Б по ГОСТ 2138–84).

Среднее время очистки свечей от нагара – 10 с.

Установленная безотказная наработка электрической схемы прибора для проверки свечей – не менее 250 ч.

Установленная безотказная наработка пневматического насоса прибора – не менее 25 тыс. рабочих ходов поршня при нагрузке на насос не более 100 рабочих ходов в час.

Установленная безотказная наработка приспособления для очистки свечей – не менее 250 ч.

Средний срок службы комплекта – не менее 6 лет.

Габаритные размеры – не более, мм

прибора для проверки:

длина – 350, мм;

ширина – 260, мм;

высота – 105, мм;

приспособления для очистки:

длина – 215, мм;

ширина – 176, мм;

высота – 288, мм;

Масса прибора для проверки – не более 7 кг.

Масса приспособления для очистки – не более 4 кг.

Техническое обслуживание комплекта. Рекомендуется ежедневно или перед испытаниями очередной партии свечей проверять исправность электрической схемы прибора для проверки свечей путем работы на контрольный разрядник в течение 30 с.

Если время очистки превышает 10 с, то песок следует просушить. При этом следует вытряхнуть пыль из мешка – фильтра и добавить песка, если его уровень уменьшился.

Ежегодно у прибора для проверки свечей необходимо измерять сопротивление изоляции между корпусом и выводами вилки сетевого кабеля.

Порядок выполнения работы. Проверить крепление гибкого шланга воздушной магистрали на штуцере с помощью стяжной ленты, скобы и шплинта.

Открыть вентиль воздушной магистрали и убедиться в отсутствии утечки воздуха через соединение. При необходимости затянуть соединение более плотно, вращая шплинт.

Последовательно нажать на кнопки «Очистка» и «Обдув» и убедиться в интенсивном выходе струи воздуха через сопла.

Порядок проведения технического обслуживания свечей.
Установить на корпус головки защитный экран и, надев защитные очки, убедиться в работе приспособления, нажав на кнопку «Очистка» на 2–3 с. При этом должен наблюдаться интенсивный выброс песка наружу.

Если рабочая камера свечи имеет слой нагара, ее очищают песком в приспособлении для очистки, а затем обдувают сжатым воздухом. Для этого необходимо:

- просушить свечи при температуре, не превышающей 400 °С;
- рассортировать свечи на группы по диаметру резьбы на корпусе;

- подобрать соответствующую по диаметру манжету и установить ее под крышку приспособления для очистки, закрепить с помощью винтов;

- вставить свечу в отверстие манжеты и нажать кнопку «Очистка» на 10 с. При этом свечу следует покачивать, отклоняя от вертикального положения на угол около 5° в разные стороны. Не вытаскивая свечу из манжеты, отпустить кнопку «Очистка» и нажать кнопку «Обдув» на 10–15 с для сдува частиц песка;

- отпустить кнопку «Обдув» и вытащить свечу из манжеты.

Визуально проверить качество очистки от нагара, и если нагар удален не полностью, очистку следует повторить.

Не рекомендуется увеличивать время очистки свыше 10 с, так как песок абразивно изнашивает электроды и поверхность теплового конуса.

Не рекомендуется также просушивать свечи на открытом пламени или в печи при температуре свыше 400 °С, так как это может привести к нарушению герметичности ее соединений или к порче изолятора.

Если после очистки осмотром будут обнаружены остатки нагара между центральным и боковым электродами, их следует удалить вручную.

Если поверхность торца центрального электрода имеет округлую форму, а поверхность бокового электрода – углубление вследствие эрозии, их надо удалить надфилем.

Установить с помощью ключа и универсального щупа, входящих в комплект, нормальный зазор между электродами путем подгибки бокового электрода.

Зазор между электродами свечи измеряют круглым (проволочным) щупом, как показано на рис. 3.56. Чтобы изменить зазор, подгибают в нужную сторону боковой электрод специальным ключом (рис. 3.57).

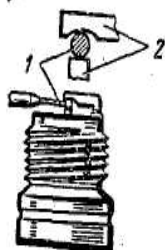


Рис. 3.56. Проверка зазора между электродами свечи:

1 – проволочный щуп; 2 – электроды



Рис. 3.57. Регулировка зазора между электродами свечи

При неправильном зазоре между электродами свечи появляются пропуски зажигания и перебои в работе двигателя. Если зазор уменьшен, получается слабая искра, не обеспечивающая воспламенение смеси. При увеличенном зазоре между электродами свечи напряжение становится недостаточным для проскакивания искры.

Зазор регулируют осторожно, подгибая или отгибая боковой электрод. Отвертывать и заворачивать свечи зажигания надо торцовым ключом осторожно, так как при малейшей трещине изолятора свечи происходит утечка тока с центрального электрода на массу, вследствие чего искра между электродами свечи не проскакивает.

Порядок проведения диагностирования свечей. Подобрать переходник (при необходимости) и уплотнительные кольца из комплекта принадлежностей в соответствии с проверяемой

партией свечей, вернуть проверяемую свечу в воздушную камеру прибора. Плотно затянуть.

Плотно закрыть вентиль выпуска воздуха, вращая головку винта вентиля по часовой стрелке до упора.

Качать рукоятку насоса, следя за нарастанием давления по манометру. Если будет наблюдаться спад давления, то следует увеличить усилие затяжки свечи в камере.

Создать давление воздуха в камере $1,05 \pm 0,05$ МПа ($10,5 \pm 0,5$ кгс/см²) и наблюдать при этом за показаниями манометра.

Допускаемое падение давления на 0,05 МПа (0,5 кгс/см²) от первоначального для свечей с герметизацией соединения изолятор – центральный электрод на основе термоцемента – 10 с, остальных типов – 1 мин. Быстрый спад давления свидетельствует о том, что свеча не обладает нужной герметичностью.

Включить прибор в сеть питания и надеть наконечник высоковольтного провода на вывод свечи.

Установить с помощью вентиля давление в камере, соответствующее рабочему давлению цилиндра двигателя. В таблице 3.23 приведены усредненные данные испытательного давления.

Таблица 3.23

Усредненные данные испытательного давления

Зазор между электродами	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Испытательное давление, МПа, кгс/см ²	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
	10	9	8	7	6	5

Нажать кнопку «Проверка» и следить за искрообразованием между электродами свечи через верхнее смотровое стекло и боковое отражающее зеркало. У нормально работающей свечи визуально должно наблюдаться бесперебойное искрообразование между электродами. Через боковое зеркало должен быть виден светлый ореол вокруг центрального электрода.

При пробое изолятора через боковое зеркало будут видны искры пробоя.

Через верхнее смотровое стекло у неисправной свечи будут наблюдаться перебои в образовании искр. Пробой изолятора по поверхности также будет обнаруживаться визуально.

При бесперебойном искрообразовании при заданном давлении свечи исправны и пригодны для дальнейшей эксплуатации.

Если будут обнаружены перебои в искрообразовании, следует с помощью вентиля снизить давление в воздушной камере, руководствуясь таблицей 3.23. Затем снова нажать кнопку «Проверка».

Если при этом искрообразование будет бесперебойным, то свечу можно устанавливать на двигатель для дальнейшей эксплуатации, но при этом ее ресурс будет ниже, чем у исправной.

Если и при уменьшенном давлении будут наблюдаться перебои в искрообразовании, то такие свечи следует выбраковывать.

Для удобства пользования на панели прибора нанесена таблица, содержащая нормативные значения испытательного давления воздуха в зависимости от зазора между электродами.

Контрольные вопросы

1. Из каких приборов состоит система батарейного зажигания?
2. Как действует система батарейного зажигания?
3. Для чего служат катушка зажигания и свечи зажигания?
4. Как устроена катушка зажигания?
5. Как устроена свеча зажигания?
6. Как действует катушка зажигания?
7. Показать по схеме пути тока низкого и высокого напряжения в системе зажигания.
8. В чем заключается уход за катушкой зажигания и свечами зажигания?
9. Какие неисправности катушки зажигания и свечей зажигания нарушают нормальную работу двигателя?
10. Как отрегулировать зазор между электродами свечи зажигания?
11. Как проверить исправность свечи зажигания при работе двигателя?
12. Как очистить свечу зажигания от нагара?
13. Как устроен прибор для проверки свечей зажигания?
14. Каков принцип работы прибора для проверки и очистки свечей зажигания?

4. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМ ТО И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Проверка и регулировка угла схождения передних колес автомобиля

Рабочее место: автомобиль КамАЗ-55111.

Инструмент: линейка для проверки схождения передних колес автомобиля ПСК; отвертка 200×1,0 мм; плоскогубцы комбинированные 200 мм; ключ трубчатый ОСТ НКТМ 6913-39; ключ гаечный 19 мм, ключ динамометрический.

Исполнитель: слесарь 3-го разряда.

Трудоемкость: 13,0 чел.-мин.

Общие сведения. В процессе эксплуатации автомобиля происходят значительные изменения технического состояния его ходовой части. Лонжероны и поперечины рамы подвергаются изгибу, появляются трещины и изломы, ослабевают болтовые и заклепочные соединения, рессоры теряют упругость, происходит поломка их листов, амортизаторы из-за износа сопряжений деталей утрачивают способность гасить колебания подвески. В переднем мосту деформируется балка, изнашиваются шкворневые соединения, разрабатываются подшипники и их гнезда в ступицах колес, искривляются рычаги поворотных цапф, в подвесках легковых автомобилей изнашиваются резьбовые пальцы и эксцентрикные втулки. В результате возникших дефектов изменяются углы установки колес.

В теории автомобиля различают несколько углов установки колес. [25, 26].

1. Угол продольного наклона оси поворота колеса (рис. 4.1) – угол между вертикалью и линией, проходящей через центры поворота шаровой опоры и подшипника опоры телескопической стойки, в плоскости, параллельной продольной оси автомобиля. Он способствует стабилизации управляемых колес, т.е. позволяет ехать машине прямо с отпущенным рулем. Призна-

ки отклонения величины угла от нормы: увод автомобиля в сторону при движении, разные усилия на рулевом колесе в левых и правых поворотах.

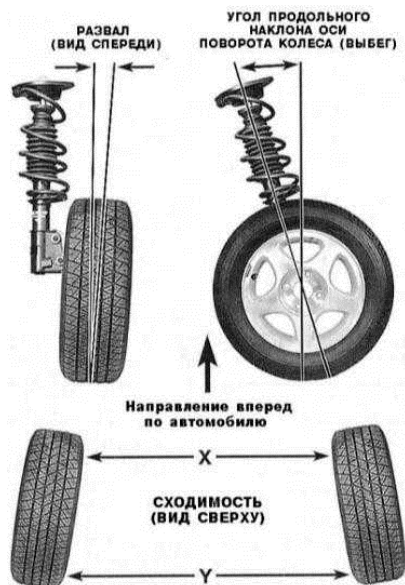


Рис. 4.1. Углы установки колес автомобиля

2. Угол развала колеса (см. рис. 4.1) – угол между плоскостью вращения колеса и вертикалью. Он способствует правильному положению катящегося колеса при работе подвески. Если верхняя часть колеса наклонена к центру автомобиля, то угол развала отрицательный, если наружу – то положительный. При отрицательном (ниже нормы) угле развала пилообразно изнашивается внутренняя часть протектора. При чрезмерном угле происходит равномерный износ наружной части шины.

3. Угол схождения колес (см. рис. 4.1) – угол между плоскостью вращения колеса и продольной осью автомобиля. Схождение колес способствует правильному положению управляемых колес при различных скоростях движения и углах поворота автомобиля. При увеличенном схождении передних колес сильно пилообразно изнашивается наружная часть протектора, а при

отрицательном угле такому же износу подвергается внутренняя. При этом шины начинают визжать на поворотах, управляемость машиной нарушается (автомобиль «рыскает» по дороге), возрастает расход топлива вследствие большого сопротивления качению передних колес. Соответственно уменьшается выбег автомобиля.

Помимо перечисленных существуют углы, появление которых нежелательно (рис. 4.2): а – угол сдвига колес (дефект возникает в эксплуатации из-за деформации элементов подвески); б – отклонение линии тяги автомобиля (причина – эксплуатационная); в – обратное (отрицательное) схождение в повороте (измеряется как разность углов поворота внутреннего и внешнего колес, измеренных относительно продольной оси; при нарушении возникает проскальзывание одного из управляемых колес, что снижает устойчивость при прохождении поворота).

Влияние углов установки колес на износ протектора показано на рис. 4.3. При несоответствии оптимальной величине угла схождения происходит односторонний пилообразный износ по наружным дорожкам протектора передних колес. Отклонение от нормы угла развала приводит к гладкому одностороннему износу передних шин без явных признаков пилообразности.

При ТО-1 по рулевому управлению и передней оси проверяют люфты рулевого колеса, шарниров рулевых тяг, подшипников ступиц колес, герметичность системы гидроусилителя, крепление и шплинтовку гаек шаровых пальцев, сошки, рычагов поворотных цапф, состояние шкворней.

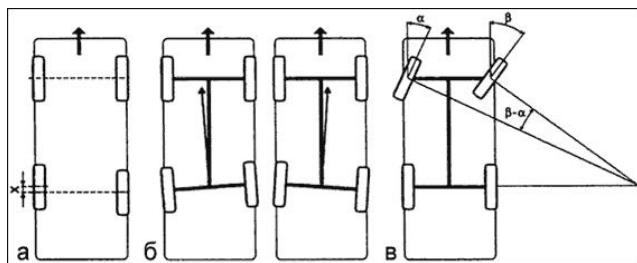


Рис. 4.2. Углы движения и смещения одной или нескольких осей

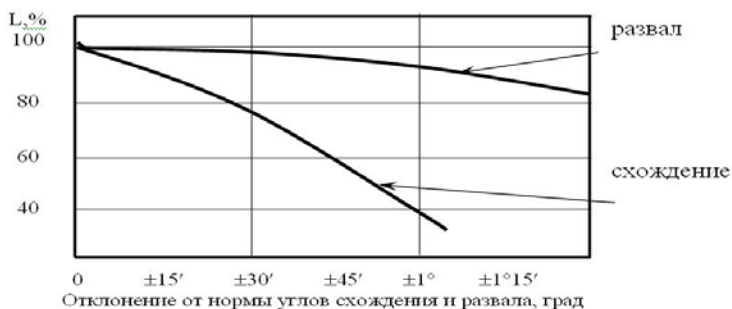


Рис. 4.3. Влияние углов установки колес на ресурс шины

При ТО-2 с учетом объема ТО-1 проверяют правильность установки балки передней оси и углы установки колес, дисбаланс колес, состояние и крепление карданного вала рулевого управления, крепление всех узлов и деталей.

Проверка углов установки колес автомобиля может проводиться несколькими способами [20, 21].

1. Измерение углов с помощью оптических стенов. Оптический (ортогональный) стенд включает в себя два закрепленных на полу или подъемнике вертикальных экрана с разметкой и отверстиями в центрах, через которые точно навстречу друг другу направлены два горизонтальных, жестко закрепленных излучателя. Автомобиль помещают между экранами. На оба колеса параллельно плоскостям их вращения крепят зеркала. Лучи света, отражаясь от них, попадают на экраны. Углы установки колес определяют по отклонению отраженных лучей от центральных отверстий экранов. При достаточной квалификации мастера оптические стенды позволяют добиться приемлемой точности измерений.

2. Измерение углов с помощью компьютерных стенов. Компьютерные стенды предназначены для наиболее точных (до 0,03 град.) измерений. Принцип их работы основан на цифровой обработке электрических сигналов, характеризующих положение колес. В процессе регулировки значения углов могут постоянно отображаться на мониторе компьютера. На каждом колесе закрепляют измерительные блоки, содержащие угломеры и электронные датчики наклона. Электрические сигналы, поступающие с блоков, обрабатываются компьютером. Взаимодей-

ствие между блоками осуществляется посредством эластичных тросиков или инфракрасных излучателей и приемников. В результате определяется взаимное расположение колес, в том числе параллельность осей, схождение, углы поворота.

3. Измерение углов установки колес с помощью линейки и отвесов. Автомобиль устанавливают на ровную горизонтальную площадку. Угол схождения управляемых колес определяют путем двукратного измерения расстояния в положениях колес X и Y (см. рис. 4.1). Разность расстояний X и Y, измеряемая специальной (раздвижной) линейкой (рис. 4.4), и есть схождение (мм). Для определения развала к колесу прикладывается отвес и линейкой измеряется расстояние до плоскости колеса.



Рис. 4.4. Линейка для проверки угла схождения управляемых колес

Методика проверки и регулировки угла схождения управляемых колес автомобиля КамАЗ представлена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

**Технологический процесс проверки и регулировки
угла схождения передних колес**

№ п/п	Операции, технические условия и указания	Оборудование, приспособления и инструмент
1	2	3
1	Установить автомобиль на ровной горизонтальной площадке, поставив передние колеса в положение, соответствующее прямолинейному движению. Проверить крепление рычагов рулевого механизма, устранить люфт в шарнирах рулевых тяг и отрегулировать затяжку подшипников ступиц передних колес	—
2	Автомобиль должен быть без груза в кузове. Установить линейку горизонтально между боковыми внутренними поверхностями шин со стороны поперечной рулевой тяги на уровне на высоту большого отвеса. Линейка перед установкой должна быть раздвинута так, чтобы ее длина немного превышала расстояние между внутренними боковинами шин передних колес	Линейка для проверки угла схождения передних колес ПСК

1	2	3
3	Установить шкалу линейки на нулевое деление	—
4	Отметить мелом на боковинах шин точки замера	—
5	Передвинуть автомобиль так, чтобы отмеченные точки замера на боковинах шин были спереди на том же уровне, и определить величину схождения передних колес. Величина схождения колес, определяемая как разница между вторым и первым замерами между боковыми поверхностями шин, должна быть в пределах 1,5–3,0 мм. Если автомобиль передвигался без линейки, то она должна быть установлена; причем установочные штифты на концах линейки должны совпадать с метками на боковых поверхностях шин	—
6	Расшплинтовать и ослабить гайки крепления наконечников поперечной рулевой тяги	Ключ гаечный 19 мм; плоскогубцы; отвертка
7	Поворачивая поперечную рулевую тягу, добиться нормального схождения колес. Схождение передних колес должно быть в пределах 2,0–3,0 мм. Чтобы увеличить схождение, нужно вращать тягу против часовой стрелки (если смотреть на автомобиль с левой стороны); чтобы уменьшить – вращать тягу по часовой стрелке	Ключ трубный; линейка для проверки схождения передних колес автомобиля ПСК
8	Затянуть и зашплинтовать гайки крепления наконечников поперечной рулевой тяги. Момент затяжки гаек болтов наконечников должен быть равен 56–60 Нм.	Ключ гаечный 19 мм; молоток слесарный; отвертка; динамометрический ключ

Контрольные вопросы

1. Какие неисправности приводят к изменению углов установки ведущих колес автомобиля?
2. Виды углов установки колес и их назначение.
3. К чему приводит отклонение углов установки колес от нормы?
4. Методы контроля углов установки колес.
5. Опишите процесс проверки угла схождения передних колес автомобиля КамАЗ.
6. Возможна ли регулировка угла развала передних колес на автомобиле КамАЗ?
7. Каким образом увеличивается или уменьшается величина угла схождения колес?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Удаление воздуха и регулировка свободного хода педали в тормозной системе

Рабочее место: автомобиль УАЗ-31622.

Инструмент: линейка металлическая, ключи гаечные 8, 10 и 19 мм (2 шт.), бак для тормозной жидкости, трубка прозрачная, электролампа переносная.

Исполнитель: слесарь 3-го разряда.

Трудоемкость: 17,2 чел.-мин.

Общие сведения. Сегодня безопасность автомобиля немислива без эффективного тормозного управления, которое в соответствии с требованиями стран – членов ЕЭС должно состоять из следующих тормозных систем (ТС):

- основная (рабочая), которая обеспечивает замедление легкового автомобиля не менее $5,8 \text{ м/с}^2$, движущегося со скоростью не более 80 км/ч при усилии на педаль менее 50 кг;

- вспомогательная (аварийная), обеспечивающая замедление не менее $2,75 \text{ м/с}^2$;

- стояночная, которая может быть совмещена с аварийной.

На современных легковых автомобилях устанавливают основные ТС, состоящие из тормозного гидропривода и тормозных механизмов. При нажатии ногой на педаль тормоза усилие передается на главный тормозной цилиндр. Главный тормозной цилиндр имеет поршень, который, двигаясь, увеличивает давление в системе гидравлических тормозных трубок, ведущих к каждому колесу автомобиля. На каждом колесе тормозная жидкость под давлением оказывает воздействие на поршень колесного тормозного механизма, который выдвигает тормозные колодки, а те, в свою очередь, прижимаются к тормозному барабану или тормозному диску (рис. 4.5). Трение замедляет вращение колес и движение автомобиля.

В гидропривод основной ТС входят:

- главный тормозной цилиндр с вакуумным усилителем или без него;

- регулятор давления в задних тормозных механизмах;

- рабочий контур (трубопровод диаметром 4–8 мм).

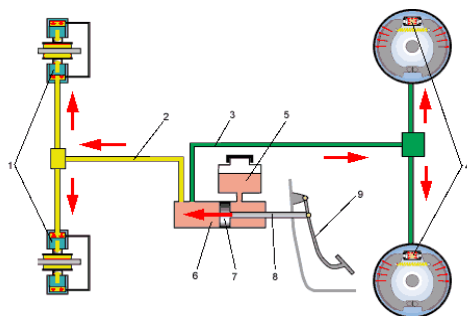


Рис. 4.5. Схема гидропривода тормозов:

1 – тормозные цилиндры передних колес; 2 – трубопровод передних тормозов; 3 – трубопровод задних тормозов; 4 – тормозные цилиндры задних колес; 5 – бачок главного тормозного цилиндра; 6 – главный тормозной цилиндр; 7 – поршень главного тормозного цилиндра; 8 – шток; 9 – педаль тормоза

Рабочий контур соединяет между собой устройства гидропривода и тормозные механизмы. Главный тормозной цилиндр (ГТЦ) предназначен для преобразования усилия, прилагаемого к педали тормоза, в избыточное давление тормозной жидкости и распределения его по рабочим контурам. Бачок с запасом тормозной жидкости может крепиться на ГТЦ или вне его. Вместе с ГТЦ на большинстве автомобилей устанавливают вакуумные усилители, которые увеличивают силу, создающую давление в тормозной системе. Вакуумный усилитель (рис. 4.6) конструктивно связан с главным тормозным цилиндром. Основным элементом усилителя является камера, разделенная резиновой перегородкой (диафрагмой) на два объема. Один объем связан с впускным трубопроводом двигателя, где создается разрежение, а другой – с атмосферой. Из-за перепада давлений, благодаря большой площади диафрагмы, «помогающее» усилие при работе с педалью тормоза может достигать 30–40 кг и больше. Это значительно облегчает работу водителя при торможениях и позволяет сохранить его работоспособность длительное время.

Регулятор уменьшает давление в приводе тормозных механизмов задних колес. При торможении сила инерции движущегося

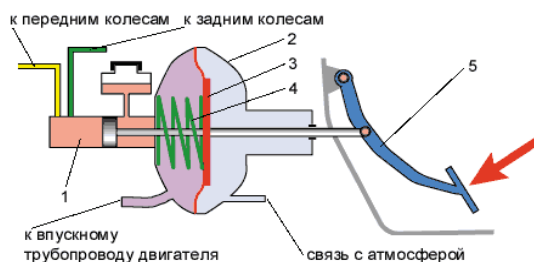


Рис. 4.6. Схема вакуумного усилителя:

- 1 – главный тормозной цилиндр; 2 – корпус вакуумного усилителя; 3 – диафрагма; 4 – пружина;
5 – педаль тормоза

автомобиля и противодействующая ей сила трения (точка приложения которой ниже центра тяжести автомобиля) создают продольный опрокидывающий момент. Мягкая передняя подвеска, реагируя на него, «проседает», а задние колеса «разгружаются». Поэтому даже при неэкстренном интенсивном торможении задние колеса могут блокироваться, что часто приводит к заносу автомобиля. В зависимости от изменения расстояния между элементами задней подвески и кузовом автомобиля (его продольного наклона) давление в приводе задних тормозов (по сравнению с передними) ограничивается. В результате чего блокировка задних колес не происходит или (в зависимости от замедления и загрузки автомобиля) она возникает значительно позже.

Рабочий контур, согласно требованиям ЕЭС, должен делиться на основной и вспомогательный. Если вся система исправна, то работают оба, но при разгерметизации одного другой продолжает работать, становясь вспомогательным (аварийным). Наиболее распространены три компоновки разделения рабочих контуров (рис. 4.7):

- 2 + 2 тормозных механизма, подключенных параллельно (передние + задние);
- 2 + 2 тормозных механизма, подключенных диагонально (правый передний + левый задний и т.д.);
- 4 + 2 тормозных механизма (в один контур подключены тормозные механизмы всех колес, а в другой – только два передних).

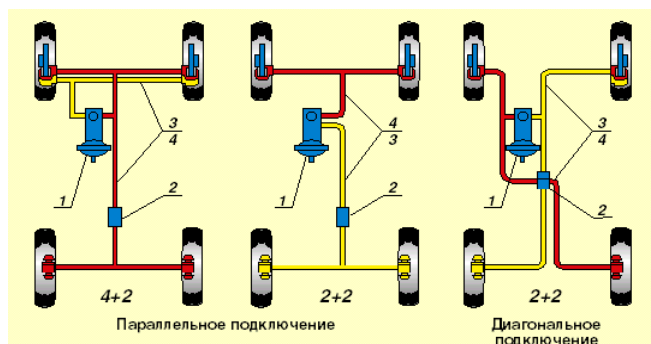


Рис. 4.7. Схема компоновки гидропривода:

1 – главный тормозной цилиндр с вакуумным усилителем; 2 – регулятор давления жидкости в задних тормозных механизмах;
3, 4 – рабочие контуры

Тормозные механизмы бывают двух типов: барабанные и дисковые. Барабанный тормозной механизм (рис. 4.8) состоит из: тормозного щита, тормозного цилиндра, двух тормозных колодок, стяжных пружин, тормозного барабана.

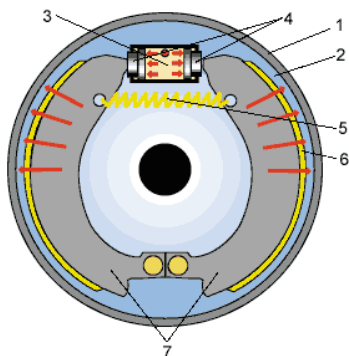


Рис. 4.8. Схема работы барабанного тормозного механизма:

1 – тормозной барабан; 2 – тормозной щит; 3 – рабочий тормозной цилиндр; 4 – поршни рабочего тормозного цилиндра; 5 – стяжная пружина; 6 – фрикционные накладки; 7 – тормозные колодки

Тормозной щит жестко крепится на балке заднего моста автомобиля, а на щите, в свою очередь, закреплен рабочий тормозной цилиндр. При нажатии на педаль тормоза поршни в цилиндре расходятся и начинают давить на верхние концы тормозных колодок. Колодки в форме полуколец прижимаются своими накладками к внутренней поверхности круглого тормозного барабана, который при движении автомобиля вращается вместе с закреплен-

ным на нем колесом. Торможение колеса происходит за счет сил трения, возникающих между накладками колодок и барабаном. Когда же воздействие на педаль тормоза прекращается, стяжные пружины оттягивают колодки на исходные позиции.

Преимущества барабанных тормозов:

- низкая стоимость, простота производства;
- обладают эффектом механического самоусиления. Благодаря тому, что нижние части колодок связаны друг с другом, трение о барабан передней колодки усиливает прижатие к нему задней колодки. Этот эффект способствует многократному увеличению тормозного усилия, передаваемого водителем, и быстро повышает тормозящее действие при усилении давления на педаль.

Дисковый тормозной механизм (рис. 4.9) состоит из: суппорта, одного или двух тормозных цилиндров, двух тормозных колодок, тормозного диска. Суппорт закреплен на поворотном кулаке переднего колеса автомобиля. В нем находятся два тормозных цилиндра и две тормозные колодки. Колодки с обеих сторон «обнимают» тормозной диск, который вращается вместе с закрепленным на нем колесом. При нажатии на педаль тормоза поршни начинают выходить из цилиндров и прижимают тормозные колодки к диску. После того как водитель отпустит педаль, колодки и поршни возвращаются в исходное положение за счет легкого «биения» диска. Дисковые тормоза очень эффективны и просты в обслуживании.

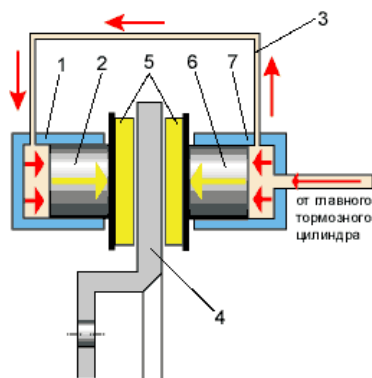


Рис. 4.9. Схема работы дискового тормозного механизма:

1 – наружный рабочий цилиндр (левого) тормоза; 2 – поршень; 3 – соединительная трубка; 4 – тормозной диск переднего (левого) колеса; 5 – тормозные колодки с фрикционными накладками; 6 – поршень; 7 – внутренний рабочий цилиндр переднего (левого) тормоза

Преимущества дисковых тормозов:

- при повышении температуры характеристики дисковых тормозов довольно стабильны, тогда как у барабанных снижается эффективность;

- температурная стойкость дисков выше, в частности из-за того, что они лучше охлаждаются;

- более высокая эффективность торможения позволяет уменьшить тормозной путь;

- меньшие масса и размеры;

- повышается чувствительность тормозов;

- время срабатывания уменьшается;

- изношенные колодки просто заменить, на барабанных приходится предпринимать усилия на подгонку колодок, чтобы надеть барабаны;

- около 70 % кинетической энергии автомобиля гасится передними тормозами, задние дисковые тормоза позволяют снизить нагрузку на передние диски;

- температурные расширения не влияют на качество прилегания тормозных поверхностей.

Основными неисправностями гидравлических тормозных систем являются: износ фрикционных накладок, рабочих поверхностей тормозных барабанов (дисков); неправильная работа регулятора тормозных сил; у гидравлических тормозов разбухание и разрушение резиновых манжет, износ поршней и цилиндров.

При ТО-1 по тормозной системе проверяют: герметичность трубопроводов и всех узлов, эффективность действия тормозов на стенде, затяжку и шплинтовку мест крепления деталей и узлов, свободный и рабочий ходы педали тормоза. При ТО-2 с учетом объемов ТО-1 проверяют состояние тормозных барабанов (дисков), колодок, подшипников колес; уровень жидкости в гидравлических тормозных системах; работу регулятора тормозных сил.

Правильность положения педали тормоза в свободном состоянии и при нажатии до упора (рабочий ход педали) служит одним из критериев для проверки исправности тормозной системы. В то же время положение педали во многом обеспечивает исправную работу системы. Если педаль находится от пола на расстоянии,

которое больше нормативного, возможно неполное растормаживание колес при отпускании педали (при этом обычно отсутствует свободный ход педали). Если педаль находится слишком низко, возможно снижение эффективности тормозов, вызванное уменьшением рабочего хода педали.

Порядок выполнения лабораторной работы и основные технические условия представлены в табл. 4.2.

Таблица 4.2

**Последовательность проверки и регулировки
свободного хода педали тормоза**

№ п/п	Операции, технические условия и указания	Оборудование, приспособления и инструменты
1	2	3
<i>Проверка и регулировка свободного хода педали тормоза</i>		
1	Измерить расстояние от накладки педали до пола в свободном состоянии	Линейка металлическая
2	Нажать рукой на педаль до момента увеличения сопротивления и измерить расстояние от накладки педали до пола в этом положении. Разница между этими двумя измерениями и будет свободным ходом педали, который должен составлять 5–14 мм (рис. 4.10, б). Если значение свободного хода педали не укладывается в этот интервал, необходима регулировка	Линейка металлическая
3	Отсоединить от выключателя колодки жгута проводов стоп-сигнала	Ключи гаечные 19 мм, линейка металлическая, электролампа переносная
4	Ослабить затяжку контргайки и отрегулировать свободный ход педали тормоза (рис. 4.10, а). Вращением упора выключателя стоп-сигналов по часовой стрелке увеличить свободный ход педали, против часовой стрелки уменьшить свободный ход педали	Ключи гаечные 19 мм, линейка металлическая, электролампа переносная
5	Не нарушая этого положения, надежно зафиксировать упор контргайкой (рис. 4.10, в)	—
6	Подсоединить на место колодки жгута проводов	Линейка металлическая
7	Проверить свободный ход педали тормоза. Величина свободного хода педали тормоза, равная 8–14 мм, соответствует зазору между толкателем и поршнем главного тормозного цилиндра 1,5–2,5 мм. При правильно отрегулированной величине свободного хода тормозная система должна полностью растормаживаться при отпущенной педали тормоза	—

1	2	3
<i>Удаление воздуха из тормозной системы</i>		
1	Проверьте уровень тормозной жидкости в бачке. Он должен находиться между метками MIN и MAX, нанесенными на корпус бачка	—
2	Если уровень жидкости ниже метки MIN, отверните крышку бачка и долейте тормозную жидкость до метки MAX	—
3	Очистите от грязи клапаны выпуска воздуха и снимите защитные колпачки клапанов колесных цилиндров передних и задних тормозных механизмов, а также регулятора давления (рис. 4.11, а)	—
4	Наденьте прозрачную трубку на клапан выпуска воздуха правого заднего тормозного механизма и погрузите конец шланга в чистый прозрачный сосуд (рис. 4.11, б)	Прозрачная трубка, бак для тормозной жидкости, электролампа переносная
5	Помощник должен резко нажать на педаль тормоза 4–5 раз (с интервалом между нажатиями 1–2 с), после чего удерживать педаль нажатой	—
6	Отверните на 1/2–3/4 оборота клапан выпуска воздуха – из шланга начнет вытекать старая (грязная) тормозная жидкость. Педаль тормоза в это время должна плавно переместиться до упора. Как только жидкость перестанет вытекать, заверните клапан выпуска воздуха	Ключи гаечные 8 и 10 мм, прозрачная трубка, бак для тормозной жидкости, электролампа переносная
7	Аналогично прокачайте левый задний тормозной механизм	Ключи гаечные 8 и 10 мм, прозрачная трубка, бак для тормозной жидкости, электролампа переносная
8	Таким же способом замените тормозную жидкость и в переднем контуре регулятора давления, а затем в правом и левом передних тормозных механизмах (рис. 4.11, в)	
9	После замены тормозной жидкости обязательно наденьте защитные колпачки на клапаны выпуска воздуха	—
10	Долейте тормозную жидкость – ее уровень должен находиться между метками MIN и MAX на стенке бачка. Установите пробку бачка	—
11	Проверьте качество выполненной работы: нажмите несколько раз на педаль тормоза – ход педали и усилие на ней должны быть одинаковыми при каждом нажатии. Если это не так, вернитесь к выполнению операций 6–11	—

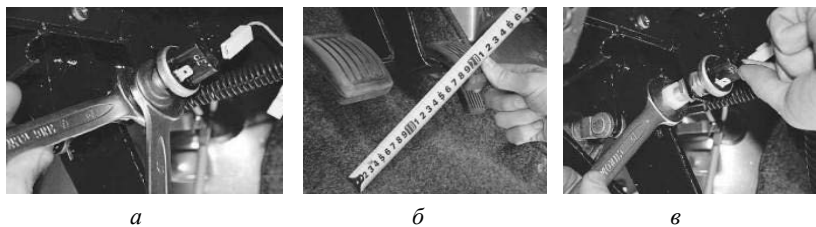


Рис. 4.10. Проверка и регулировка свободного хода педали тормоза



Рис. 4.11. Удаление воздуха из тормозной системы

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные неисправности тормозных систем.
2. Какие операции проводятся при ТО-1 и ТО-2 тормозной системы?
3. Понятие тормозной контур и типы контуров автомобилей.
4. Достоинства и недостатки барабанных тормозных механизмов.
5. Достоинства и недостатки дисковых тормозных механизмов.
6. Принцип работы вакуумного усилителя тормозов.
7. Опишите процесс проверки и регулировки свободного хода педали тормоза на автомобиле УАЗ.
8. В какой последовательности удаляется воздух из цилиндров тормозной системы?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Проверка и регулировка зазора в клапанном механизме двигателя ЗИЛ-130

Рабочее место: двигатель ЗИЛ-130.

Инструмент: рукоятка пусковая; головка 12 мм; вороток; отвертка 200 × 1,0 мм; ключ гаечный 12 мм; ключ динамометрический КД-01Б; набор шупов № 2.

Исполнитель: слесарь 3-го разряда.

Трудоемкость: 26 чел.-мин.

Общие сведения. Все механизмы газораспределения хотя и одинаковы по принципу действия, но различаются по конструкции. У всех механизмов есть распределительный вал, впускные и выпускные клапаны.

Верхнеклапанные двигатели с нижним расположением распределительного вала имеют наиболее сложный механизм газораспределения. Он имеет пять сопряжений, которые передают движение: распределительный вал – толкатель – штанга – коромысло – клапан.

На современных двигателях распределительный вал расположен в головке блока цилиндров. При этом движение от распределительного вала к клапану может передаваться рокером или коромыслом. В отличие от механизмов с коромыслом, которое в пределах теплового зазора может занимать произвольное положение, рокер постоянно прижат к клапану пружиной.

На автомобилях ВАЗ 2108, 2109, 2110 и т. д. и некоторых зарубежных моделях распределительный вал располагается прямо над клапанами и передает усилие через пятак (каждый пятак имеет свой размер), установленный в стакан. Регулировка происходит путем замены пятак более тонкого или толстого, в зависимости от величины зазора.

Тепловой зазор в клапанном механизме обеспечивает плотную посадку клапана на седло и компенсирует при работе двигателя тепловое расширение деталей механизма. При недостаточном тепловом зазоре это приводит к неплотной посадке клапанов в седлах. Двигатель теряет компрессию, перегревается, а следовательно снижается его мощность, увеличивается расход горючего,

подгорают фаски клапанов, гнезд, происходит коробление стержней клапанов. Такое явление объясняется тем, что при уменьшенном тепловом зазоре впускных клапанов во время такта сжатия некоторое количество рабочей смеси выталкивается во впускной трубопровод. Как следствие, уменьшается коэффициент наполнения цилиндров горючей смесью. Во время рабочего хода поршня часть горячих газов также выталкивается во впускной трубопровод. Подгорают фаски клапанов, воспламеняется рабочая смесь во впускном трубопроводе. При этом происходят хлопки, «чихание», что небезопасно в пожарном отношении.

При увеличении тепловых зазоров в клапанах происходят удары в соединениях газораспределительного механизма. В тихоходных двигателях это не так страшно, а вот в высокооборотистых двигателях такие удары приводят к разрушениям в первую очередь распределительного вала, клапанов и их седел. При слишком большом тепловом зазоре уменьшается время открытия клапанов. Двигатель теряет мощность, увеличивается расход топлива.

Основными неисправностями механизма газораспределения в зависимости от типа двигателя могут быть: нарушение тепловых зазоров клапанов, вытягивание зубчатого ремня и износ зубчатых шкивов, износ цепи и звездочек привода, износ маслоотражательных колпачков, ослабление креплений подшипников распределительного вала, неплотное закрытие клапанов вследствие изнашивания их головок и седел, а также снижение упругости клапанных пружин, износ подшипников, шеек и кулачков распределительного вала, а также других деталей клапанного механизма.

Нарушение регулировок и износ деталей механизма газораспределения сопровождаются повышенной шумностью и стуками при работе двигателя, потерей мощности, а также повышенным дымлением и расходом масла.

Регулировочные работы проводятся после диагностирования. При обнаружении стуков в клапанах, а также при ТО-2 проверяют и регулируют тепловые зазоры между торцами стержней клапанов и носками коромысел.

Порядок выполнения лабораторной работы и основные технические условия представлены в табл. 4.3 [25].

Таблица 4.3

Технологический процесс регулировки клапанов

№ п/п	Операции, технические условия и указания	Оборудование, приспособления и инструмент
1	2	3
1	Установить автомобиль на пост	—
2	Открыть капот двигателя и поднять его в верхнее положение	—
3	Снять наконечники проводов высокого напряжения со свечей и с кронштейна крепления проводов на крышках головок блока и отвести их к карбюратору	—
4	Отвернуть гайки крепления крышки головки блока, снять со шпилек кронштейны крепления воздушного фильтра, маслоуказателя, трубки топливного насоса и крышки головок блока	Головка 12 мм, вороток
5	Отрегулировать на холодном двигателе зазоры между клапанами и коромыслами (рис. 4.12). Для этого: а) установить поршень 1-го цилиндра в ВМТ (такт сжатия), повернув коленчатый вал до совмещения метки на шкиве вала с меткой ВМТ на зубчатом указателе; б) при таком положении коленчатого вала отрегулировать зазоры впускных клапанов 1-го, 3-го, 7-го и 8-го цилиндров, выпускных клапанов 1-го, 2-го, 4-го и 5-го цилиндров; зазоры у остальных клапанов регулировать после поворота коленчатого вала на 360° (полный оборот); в) придерживая отверткой регулировочный винт, ослабить ключом контргайку; г) вложить щуп 0,40 мм между стержнем клапана и нажимным концом коромысла и вращением регулировочного винта установить необходимый зазор; д) оставив щуп в зазоре, закрепить регулировочный винт контргайкой при помощи ключа и отвертки; вытащить щуп; е) после регулировки зазор для впускных и выпускных клапанов должен быть равен 0,40–0,45 мм. При этом щуп 0,40 мм должен проходить свободно через зазор, а щуп 0,45 мм проходить не должен	Отвертка, ключ гаечный 12 мм, щуп № 2, отвертка Отвертка

1	2	3
6	При повреждении прокладок крышек произвести их замену	—
7	Осторожно установить крышки головок блока с прокладками в сборе на шпильки	—
8	Надеть на шпильки головки блока шайбы, кронштейны крепления воздушного фильтра, трубки топливного насоса, хомуты крепления маслоуказателя, навернуть гайки крепления крышки блока и затянуть их	Отвертка
9	Затяжку гаек производить динамометрическим ключом. Момент затяжки 0,5–0,6 кгм. Присоединить наконечники проводов высокого напряжения к свечам в соответствии с порядком работы цилиндров (1–5–4–2–6–3–7–8), учитывая, что ротор распределителя вращается по часовой стрелке	Отвертка, головка 12 мм, вороток, ключ динамометрический
10	Закрепить провода высокого напряжения в кронштейнах на крышках головок блока. Запустить двигатель и прослушать работу клапанов на малых оборотах двигателя. При необходимости повторить регулировку	—
11	Закрыть капот двигателя и снять автомобиль с поста	—

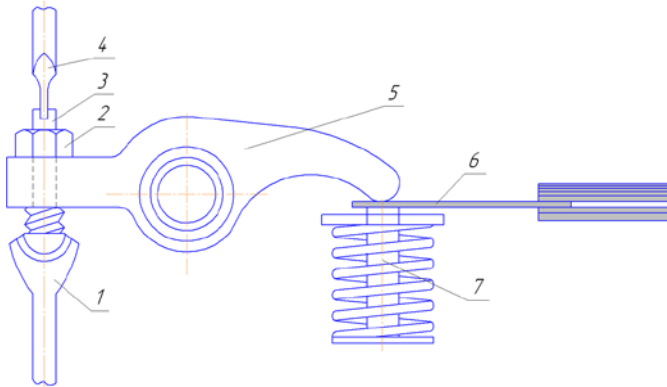


Рис. 4.12. Регулировка зазоров
в газораспределительном механизме:

- 1 – штанга; 2 – контргайка; 3 – регулировочный винт;
4 – отвертка; 5 – коромысло; 6 – щуп; 7 – клапан

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные неисправности механизма газораспределения.
2. При каком техническом обслуживании проводится регулировка клапанов?
3. Перечислите основные типы газораспределительных механизмов.
4. К каким последствиям приводит увеличенный тепловой зазор?
5. К каким последствиям приводит уменьшение теплового зазора?
6. Опишите процесс проверки и регулировки зазора в клапанном механизме на автомобиле ЗИЛ-130.
7. Как установить поршень 1-го цилиндра в ВМТ на такте сжатия?
8. Изменяется ли номинальная величина зазора при регулировке клапанов на прогревом двигателе?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Проверка и регулировка дисбаланса колес

Рабочее место: балансировочный станок СБМК-60.

Инструмент: клещи для установки и снятия грузов, кронциркуль, калибр линейки, комплект грузиков, металлическая щетка.

Исполнитель: слесарь 3-го разряда.

Трудоемкость: 12 чел.-мин.

Общие сведения. Дисбаланс бывает практически в каждой шине. Это последствия некоторых отклонений при изготовлении шины, неправильного монтажа, неравномерного износа протектора при эксплуатации.

Существуют два вида дисбаланса: статический и динамический (рис. 4.13).

Статический дисбаланс (а) – это неравномерное распределение массы колеса относительно оси вращения. При статическом дисбалансе колесо бьет в вертикальной плоскости.

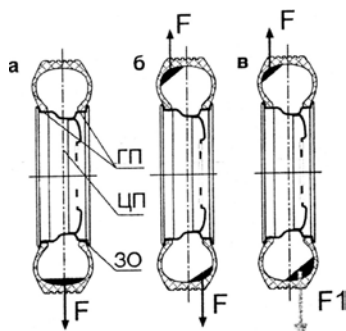


Рис. 4.13. Виды дисбаланса колеса:

а – статический; б – динамический;

в – комбинированный.

ЦП – центральная плоскость вращения колеса; ГП – горизонтальная поверхность обода; ЗО – закраины обода

При вращении колеса неуравновешенная масса создает свою центробежную силу F . Именно эта сила и будет при вращении колеса создавать переменный по направлению вращающий момент на оси, что ведет к разбиванию подвески.

Для устранения этого явления нужно приложить к колесу некоторую силу F_y , равную силе F по величине и противоположную по направлению. Это достигается прикреплением дополнительного грузика в точке, противоположной точке нахождения неуравновешенной массы. Это и называется статической балансировкой.

Динамический дисбаланс (б) – это неравномерное распределение массы колеса относительно центральной плоскости вращения. При динамическом дисбалансе на колесо действует пара противоположно направленных сил F , действующих на определенном плече относительно плоскости вращения колеса.

В основном при балансировке колеса сталкиваются с **комбинированным дисбалансом** (в) («комбинация» статического и динамического дисбалансов).

Основные причины появления дисбаланса можно разделить на три группы: конструктивные, технологические и эксплуатационные.

Конструктивные причины обусловлены особенностями конструкции шины и диска.

Технологические причины связаны с появлением дисбаланса отбалансированного колеса после установки его на автомобиль.

Эксплуатационные причины связаны с появлением дисбаланса при эксплуатации шины.

Для устранения дисбаланса колеса используют специальные балансировочные стенды. Конструктивно они могут отличаться друг от друга, но принцип работы у них одинаковый. Для устранения дисбаланса колесо закрепляют на валу стенда (рис. 4.14) и раскручивают до скорости 650–800 об/мин. От несбалансированных масс колеса возникает поворачивающий момент, в результате чего вал стенда совершает горизонтальные или вертикальные колебания. Амплитуда этих колебаний зависит от значения дисбаланса. Она регистрируется специальными датчиками и выводится на приборную доску.

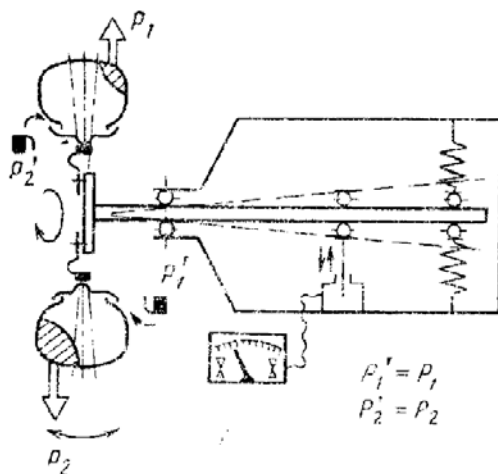


Рис. 4.14. Схема работы стационарного балансировочного стенда

Перед балансировкой следует удалить все грузики. Колесо должно быть очищено от грязи и камней, застрявших в протекторе (в идеале – вымыто). При подготовке к балансировке на стационар-

ном стенде особенно тщательно должна быть очищена плоскость колеса, прилегающая к ступице. После определения места установки самоклеющегося грузика на диске оно должно быть обезжирено. Если есть погнутости закраины обода, они должны быть исправлены. В шине проверяют давление и при необходимости доводят до номинального для правильного расположения на ободу.

Для точной балансировки необходимо не только надежно зафиксировать колесо на балансировочном стенде, но и точно его центрировать, т.е. совместить реальную ось вращения колеса (ось, относительно которой колесо вращается на ступице автомобиля) и ось вращения вала стенда.

Порядок выполнения лабораторной работы представлен в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Технологический процесс балансировки колеса

№ п/п	Операции, технические условия и указания	Оборудование, приспособления и инструмент
1	2	3
1	Перед началом балансировки снять старые грузики, очистить колесо от грязи и камней	Клещи для установки и снятия грузов, металлическая щетка
2	Установить колесо на приводной вал станка. При установке колеса рекомендуется сначала слегка притянуть его прижимной гайкой. Затем поворачивать колесо на один оборот, покачивая его руками. После этого затянуть гайку окончательно	
3	Измерить вылет и диаметр диска. Для этого необходимо выдвинуть линейку до касания наконечником обода колеса и задержаться в этой позиции до звукового сигнала (рис. 4.15, а). Линейку плавно вернуть в исходное положение. Во время измерения на индикаторе выводится диаметр диска (в дюймах) и вылет, мм	—
4	Ввести нужный размер ширины диска в память станка при помощи кнопок (больше, меньше). В станок следует вводить паспортную ширину колеса, которая обычно обозначена на диске. При невозможности прочитать маркировку диска ширину можно измерить кронциркулем (рис. 4.15, б). При этом получается значение всегда больше паспортной ширины. Поэтому при измерении ширины кронциркулем следует брать ближайшее меньшее значение по шкале	Кронциркуль

1	2	3
5	Выбрать тип диска колеса. Тип диска зависит от схемы установки грузов	—
6	Опустить защитный кожух и нажать кнопку «Пуск» на панели управления. Ждать появления информации на индикаторах и остановки колеса	—
7	Поднять кожух. Для экстренной остановки колеса без завершения измерения нажать «Стоп». Измерение длится около 12 секунд. По его окончании на цифровые индикаторы выводятся массы корректирующих грузов и начинают работать индикаторы положения грузов	—
8	После остановки колеса установить по одному грузу в каждой плоскости коррекции (рис. 4.15, в). Для определения мест установки грузов поворачивать колесо рукой до загорания символа == на одном из индикаторов положения. Это соответствует месту установки груза «12 часов» на соответствующей плоскости колеса	Клещи для установки и снятия грузов, комплект грузиков

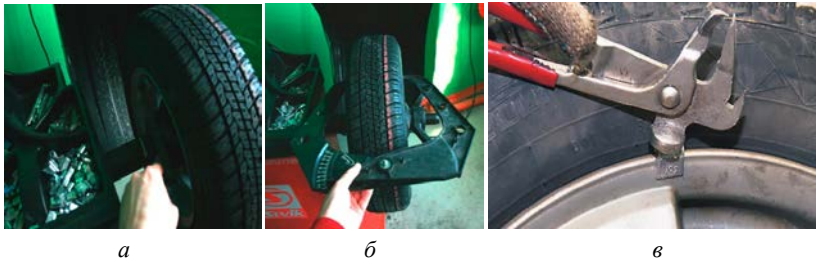


Рис. 4.15. Балансировка колеса

Контрольные вопросы

1. Основные виды дисбаланса колеса и их физический смысл.
2. Опишите конструктивные причины дисбаланса колеса.
3. Технологические причины возникновения дисбаланса колеса.
4. Эксплуатационные причины возникновения дисбаланса колеса.
5. Принцип работы балансировочного станда.
6. Способы крепления колеса на стационарном балансировочном станде, их достоинства и недостатки.
7. Технологический процесс балансировки колеса.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Проверка и регулировка зазора в клапанном механизме двигателя ВАЗ-2109

Рабочее место: автомобиль ВАЗ-2109.

Инструмент: приспособление для утапливания толкателей; ключ свечной; приспособление для извлечения регулировочных шайб; приспособление для проворачивания коленвала; приспособление для удержания толкателя в утопленном положении; вороток; отвертка 200 × 1,0 мм; ключи гаечные 8, 10, 12 мм; набор щупов № 2, микрометр.

Исполнитель: слесарь 3-го разряда.

Трудоемкость: 40 чел.-мин.

Общие сведения. Газораспределительный механизм (другое наименование – система газораспределения, сокращенное наименование – ГРМ) предназначен для своевременного впуска в цилиндры горючей смеси (бензиновых двигателей) или очищенного воздуха (дизели) и выпуска отработавших газов. На поршневых четырехтактных бензиновых двигателях впуск горючей смеси и на дизельных двигателях очищенного воздуха, выпуск отработавших газов осуществляются клапанами, которые могут иметь верхнее или нижнее расположение.

В современных двигателях применяются несколько типов ГРМ.

1. ГРМ с нижним расположением распределительного вала. У таких двигателей клапаны расположены в головке цилиндров, а распредвал – в блоке (англоязычное обозначение – OHV – Over Head Valve, также встречается I-Head, или Pushrod, то есть «с толкателями»). Привод клапанов осуществляется штангами-толкателями через коромысла (рис. 4.16).

Преимущества такой схемы:

– относительно простая конструкция, в частности, как правило, используется простой и надежный привод распределительного вала шестернями, что исключает саму возможность таких неисправностей, как разрыв ремня ГРМ или «перескакивание» цепи в механизме с цепным приводом;

– двигатели с ГРМ типа OHV ощутимо более компактны по сравнению с верхневальными, так как у них отсутству-

ет расположенный сверху в головке блока вал (но при этом присутствует ось коромысел, занимающая почти тот же габарит); для рядных двигателей это в особенности касается габарита по высоте, а для V-образных – и высоты, и габаритной ширины;

– механизм привода клапанов в случае схемы OHV получается самым длинным по сравнению с остальными вариантами.

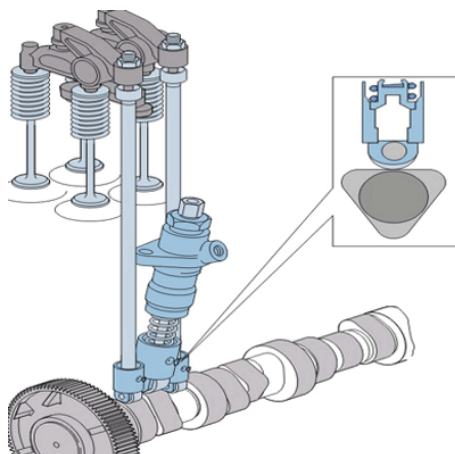


Рис. 4.16. ГРМ с нижним расположением распределительного вала

Недостатки:

– очень большая инерционность такого механизма газораспределения, что сильно ограничивает максимальные обороты коленчатого вала двигателя и, следовательно, мощность;

– такая схема в большинстве случаев не дает использовать больше двух клапанов на цилиндр, усложняет проектирование впускных и выпускных окон в головке цилиндров с высокоэффективной конфигурацией;

– двигатели этой схемы, как правило, низкооборотные и относительно тихоходные, но с гибкой моментной характеристикой. Если не используются гидравлические толкатели, такой двигатель будет одним из наиболее шумных по сравнению с остальными схемами.

2. ГРМ с верхним расположением распределительного вала.

Двигатель с одним распределительным валом и клапанами в головке (Overhead Camshaft; также SOHC – Single Over Head Camshaft). В зависимости от конкретной конфигурации привода клапанов выделяют двигатели с:

- приводом клапанов коромыслами (Москвич-412, старые модели BMW, Honda) – клапаны расположены по бокам от распредвала (обычно V-образно), приводятся в движение насаженными на общую ось коромыслами, одни концы которых толкаются кулачками вала, а другие приводят в движение стержни клапанов;

- приводом клапанов рычагами (ВАЗ-2101, -06, и др.) – распредвал над расположенными в ряд клапанами, приводит их посредством рычагов, опирающихся на шаровую опору, толкая их кулачками примерно посередине; минус – повышенная шумность, высокие нагрузки в месте контакта кулачков вала и рычагов, сложная регулировка клапанного зазора;

- приводом клапанов толкателями (ВАЗ-2108, многие высокооборотные двигатели) – очень простой механизм с минимальной инерцией деталей, в котором распредвал находится прямо над клапанами, расположенными тарелками вниз, и приводит их в движение через цилиндрические толкатели; минус – меньшая эластичность характеристики двигателя, сложная регулировка клапанного зазора (рис. 4.17) [26].

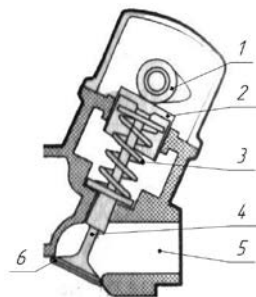


Рис. 4.17. ГРМ с приводом клапанов толкателями:

1 – распределительный вал; 2 – толкатель; 3 – пружина; 4 – стержень клапана; 5 – выпускное окно; 6 – тарелка клапана

В современных двигателях, как правило, используется привод распредвала зубчатым ремнем (ремень ГРМ), который находится в сухом отсеке двигателя вне объема, омываемого мас-

лом. Нередко (например, ВАЗ-2108-09) этот же ремень приводит в движение и помпу системы охлаждения двигателя. Преимущества: меньшая шумность и возможность достижения более высоких оборотов из-за меньшей массы механизма [26].

В двигателях компании Nissan, а также в старых двигателях ОНС, таких как ВАЗовские двигатели на моделях 2101–2106 (т.е. старше, чем 2105), используется привод распредвала цепью, обычно сдвоенной. Цепь находилась в «мокрой» отсеке мотора, т.е. омывалась моторным маслом. Нередко эта же цепь приводила в движение дополнительный вал, и, посредством его, бензонасос, масляный насос, прерыватель-распределитель зажигания. Преимущества – долговечность. Если большинство японских автомобильных двигателей требуют обязательной замены ремня ГРМ на пробеге около 100–120 тыс. км, то двигатели Nissan требуют не более чем осмотра цепи ГРМ, которая практически вечна.

3. ГРМ с двумя распределительными валами. При такой схеме ГРМ каждый из распредвалов приводит в действие свой ряд клапанов (рис. 4.18). Обычно один распредвал толкает два впускных клапана, другой – два выпускных. Привод клапанов осуществляется, как правило, толкателями. Схема дает большое преимущество по мощностной отдаче. Применяется на большей части современных автомобилей.

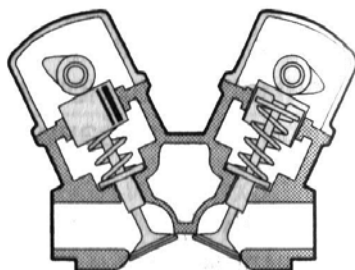


Рис. 4.18. ГРМ с двумя распределительными валами

Для компенсации теплового расширения клапана конструктивно задается зазор, который называется тепловым. **Тепловой зазор** – это зазор между торцом клапана и коромыслом (ЗИЛ-130),

между коромыслом и кулачком (ВАЗ-2101) или между регулировочными прокладками и кулачком (ВАЗ-2110), предназначенный для компенсации расширения клапана при нагреве. Если на холодном двигателе нет этого зазора, то при прогреве двигателя стержень клапана удлинится. Удлиниться вверх клапан не может, в этом случае он упирается в коромысло, и клапан удлиняется вниз. Тарелка клапана идет вниз, и клапан приоткрывается. Образовавшаяся кольцевая щель снижает компрессию – двигатель теряет мощность. Через эту щель прорываются раскаленные газы и сжигают тонкую кромку тарелки, что еще больше снижает мощность двигателя. В итоге тарелка клапана сгорает. Для предотвращения этого на холодном двигателе заранее устанавливают зазор между клапаном и коромыслом, на более современных двигателях – между регулировочными прокладками и кулачком. При прогреве двигателя клапан удлинится и выберет этот **тепловой зазор**. Поэтому холодный двигатель издает характерный шум – стучат клапана. После прогрева двигателя шум пропадает. В связи с этим прогревать двигатель надо при небольших оборотах, чтобы сила удара коромысла по клапану была как можно меньше.

В процессе эксплуатации автомобиля в газораспределительном механизме могут возникнуть такие неисправности, как плохое прилегание клапана к гнезду, неполное открытие клапана, растяжение звеньев приводной цепи. Признаками плохого прилегания клапана к седлу являются уменьшение компрессии, периодические хлопки во впускном или выпускном трубопроводах, падение мощности двигателя. Причиной плохого прилегания клапанов может быть отложение нагара на клапанах и гнездах, образование раковин на рабочих поверхностях, коробление головки клапана, поломка клапанных пружин, заедание стержней клапанов в направляющих втулках, отсутствие зазора между стержнем клапана и носком коромысла.

Признаками неполного открытия клапана служат стуки в двигателе и падение мощности. Причиной этой неисправности является большой зазор между стержнем клапана и носком коромысла. Образование такого зазора может привести к обрыву головки клапана.

К неисправностям газораспределительного механизма следует отнести также износ шестерен распределительного вала, увеличение продольного смещения распределительного вала и зависание клапанов вследствие отложения на их стержнях смолистых веществ.

Увеличение зазора вызывает стук клапанов, а уменьшение – вспышки в карбюраторе или хлопки в глушителе. При большом зазоре уменьшается величина опускания клапана и сокращается продолжительность его открытия, в результате чего ухудшается наполнение цилиндра горючей смесью и удаление из него продуктов сгорания, а мощность двигателя снижается.

Растяжение приводной цепи приводит к нарушению фаз газораспределения, вследствие чего затрудняется пуск двигателя и уменьшается его мощность.

Порядок выполнения лабораторной работы и основные технические условия представлены в табл. 4.5 [26]:

Таблица 4.5

Технология проверки и регулировки зазоров в клапанном механизме

№ п/п	Операции, технические условия и указания	Оборудование, приспособления и инструменты
1	2	3
1	Установить автомобиль на пост	—
2	Открыть капот двигателя и поднять его в верхнее положение	—
3	Извлечь воздушный фильтр из корпуса, снять шланги с патрубков на крышке клапанов, ослабив затяжку хомутов	—
4	Открутить 4 гайки крепления корпуса воздушного фильтра и снять его со шпилек, а также отвинтить шланг забора теплого воздуха от патрубка. Отсоединить шланг от корпуса, предварительно ослабив хомут	Ключ гаечный 8 мм
5	Отсоединить от шланга пластмассовый держатель, ослабить затяжку хомута и снять шланг с патрубка на крышке клапанов	—
6	Отвернуть гайку и снять кронштейн троса привода акселератора, оставив его висеть на тросе. Отвернуть две колпачковые гайки. Снять крышку клапанов	Ключ гаечный 12 мм
7	Осмотреть поверхность кулачков распредвала: на них не должно быть задилов, раковин, чрезмерного износа и глубоких рисок	—

1	2	3
8	Удалить масло из верхней части головки блока вокруг толкателей клапанов. Установить приспособление на шпильки крепления крышки головки	Приспособление
9	Вывернуть свечи зажигания и, отвернув три болта, снять переднюю крышку привода распредвала	Ключ гаечный 10 мм, ключ свечной
10	Установить поршень первого цилиндра в ВМТ конца такта сжатия, для этого: повернуть коленвал до совмещения установочных меток на шкиве и задней крышке зубчатого ремня распределительного вала (рис. 4.19). Затем повернуть его еще на 40–50° (2,5–3 зуба)	Приспособление
11	Проверить набором щупов зазоры у первого и третьего кулачков распределительного вала. Если он отличается от нормы, то приспособлением следует утопить толкатель и зафиксировать его в таком положении приспособлением (рис. 4.20 и 4.21)	Набор щупцов, приспособление
12	Приспособлением либо тонкой отверткой удалить регулировочную шайбу и измерить ее толщину микрометром, либо (при незначительном износе) определить ее толщину по маркировке. Показания записать	Приспособление, микрометр
13	Определить толщину новой шайбы по формуле: $H = B + A - C$, где A – замеренный зазор, мм, B – толщина снятой шайбы, мм; C – номинальный зазор, мм; H – толщина новой шайбы, мм. В пределах допуска на зазор ($\pm 0,05$ мм) принимают ближайшую толщину новой шайбы	–
14	Установить в толкатель новую регулировочную шайбу маркировкой к толкателю. Убрать фиксатор и еще раз проверить зазор. Если все сделано верно, то щуп будет входить с легким защемлением	Набор щупов
15	Аналогичные операции (с 11-й по 14-ю) выполнить для клапанов 5 и 2, провернув предварительно коленвал на 220–290° после совпадения меток. А также для клапанов 8, 6 и 4, 7 после проворачивания на 400–410 и 510–580° соответственно	–
16	После выполнения всех регулировочных операций следует залить в верхнюю часть головки масло, предварительно удалив все приспособления, установить крышку головки и крышку привода. Остальные сборочные операции производятся в обратной последовательности	–

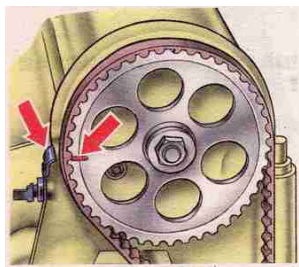


Рис. 4.19. Установочные метки

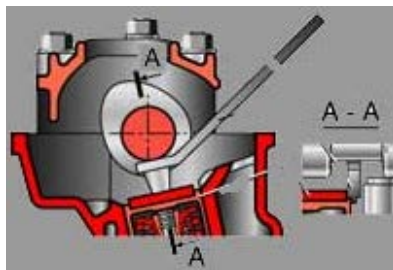


Рис. 4.20. Утапливание толкателей на шкиве распределительного вала, при замене регулировочной шайбы

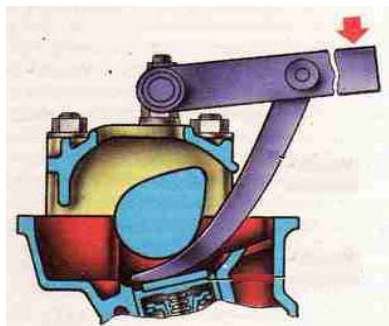


Рис. 4.21. Фиксирование толкателей при замене регулировочной шайбы

Зазор измеряется на холодном двигателе (при $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$) между кулачком распределительного вала (кулачок должен быть направлен вверх от толкателя) и регулировочной шайбой толкателя клапана. Номинальный зазор для впускного клапана (ВАЗ-2109) составляет $0,2 \pm 0,05\text{ мм}$, для выпускного – $0,35 \pm 0,05\text{ мм}$. Зазоры регулируются подбором толщины регулировочных шайб. В качестве запасных частей поставляются шайбы толщиной от 3 до 4,5 мм через 0,05 мм.

Контрольные вопросы

1. Как влияет неправильный зазор в клапанном механизме на работу двигателя?

2. Опишите конструкцию ГРМ с нижним расположением распределительного вала. Достоинства и недостатки этой схемы.
3. Опишите конструктивные особенности ГРМ с верхним расположением распределительного вала.
4. Перечислите основные неисправности механизма газораспределения.
5. Дайте характеристику понятию «тепловой зазор».
6. Перечислите последствия нарушения регулировки зазора в клапанном механизме.
7. Опишите порядок регулировки зазора в клапанном механизме на автомобиле ВАЗ-2109.
8. Как рассчитать толщину регулировочной шайбы?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Разборка, сборка и регулировка редуктора заднего моста автомобилей ВАЗ

Рабочее место: автомобиль ВАЗ-2106.

Инструмент: набор гаечных ключей и шестигранников, универсальные съемники, упор, оправка, стопор для фиксирования фланца ведущей шестерни, динамометр, набор щупов.

Исполнитель: слесарь 5-го разряда.

Трудоемкость: 83 чел.-мин.

Общие сведения. Основными узлами **редуктора заднего моста** автомобилей ВАЗ классической компоновки являются:

- главная передача (главная пара);
- межколесный дифференциал.

Главная передача заднего моста ВАЗ гипоидная (рис. 4.22). Ведущая шестерня 19 и ведомая 11 находятся в зацеплении. Между внутренними кольцами подшипников 4 и 5 ведущей шестерни расположена распорная втулка 25, которая, деформируясь при затягивании гайки ведущей шестерни 27 определенным моментом, обеспечивает предварительный натяг в подшипниках 4 и 5. Между торцом ведущей шестерни и внутренним подшипником установлено регулировочное кольцо 6, определяющее правильное положение ведущей шестерни относительно ведомой.

Ведомая шестерня главной передачи крепится к фланцу коробки 12 дифференциала и вращается вместе с ней на двух подшипниках 13. Предварительный натяг в этих подшипниках, а также зазор между зубьями ведущей и ведомой шестерен главной пары регулируется гайками 14, завернутыми в разъемные постели подшипников. Полуосевые шестерни 8 установлены в цилиндрических гнездах коробки дифференциала и упираются на нее через опорные шайбы 7. Подбором этих шайб по толщине устанавливается зазор 0,05–0,1 мм между зубьями сателлитов и полуосевых шестерен.

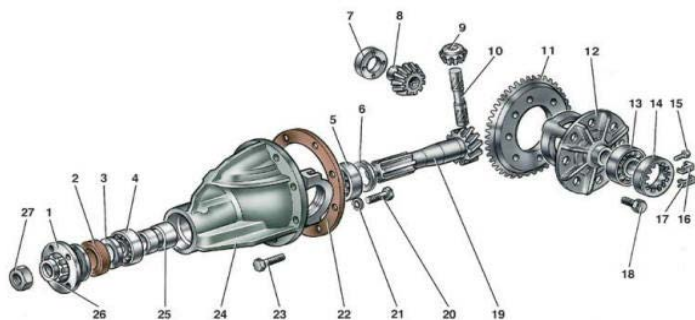


Рис. 4.22. Редуктор заднего моста:

1 – фланец; 2 – манжета (сальник); 3 – маслоотражательное кольцо; 4 – задний подшипник ведущей шестерни главной пары; 5 – передний подшипник ведущей шестерни главной пары; 6 – кольцо регулировочное; 7 – шайба опорная шестерни полуоси; 8 – шестерня полуоси; 9 – сателлит дифференциала; 10 – ось сателлитов; 11 – ведомая шестерня главной пары; 12 – коробка дифференциала; 13 – подшипник коробки дифференциала; 14 – регулировочная гайка; 15, 17 – болт крепления крышки дифференциала; 16 – стопорная пластина; 18 – болт крепления ведомой шестерни главной пары; 19 – ведущая шестерня; 20, 21 – болт и шайба крепления крышки дифференциала; 22 – уплотнительная прокладка; 23 – болт крепления картера редуктора к мосту; 24 – картер редуктора; 25 – распорная втулка; 26 – шайба; 27 – гайка ведущей шестерни.

Главная передача (главная пара) редуктора состоит из пары конических шестерен со спиральными зубьями и гипоидным зацеплением. Смысл такого зацепления состоит в том, что если у обычных конических передач оси пересекаются, то у гипоидных они скрещиваются (обычно под углом 90°). Ось ведущего

колеса (ведущей шестерни) при этом как бы опущена несколько вниз по отношению к оси ведомой шестерни (рис. 4.23).

Межколесный дифференциал (рис. 4.24) редукторов заднего моста автомобилей ВАЗ конструктивно устроен следующим образом: в чугунном корпусе 1, именуемом коробкой дифференциала, установлены полуосевые шестерни 2, в которые посредством шлицевого соединения входят концы полуосей. В свою очередь, полуосевые шестерни опираются на опорные поверхности коробки через регулировочные бронзовые шайбы 3, толщина которых подбирается при сборке дифференциала определенным образом. Полуосевые шестерни контактируют между собой посредством шестерен – сателлитов 4, установленных на оси сателлитов 5.

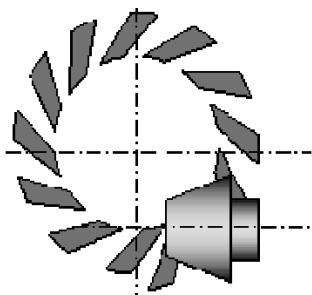


Рис. 4.23. Главная передача (главная пара) редуктора

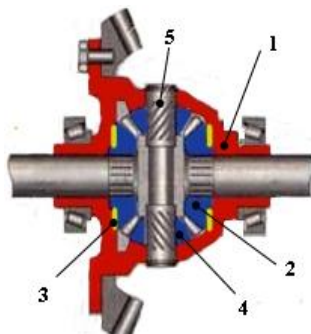


Рис. 4.24. Межколесный дифференциал

Основными неисправностями редукторов являются:

- износ или разрушение шарикового подшипника полуоси;
- износ шлицевого соединения с полуосевыми шестернями;
- неправильная регулировка, повреждение или износ шестерен или подшипников редуктора;
- износ или повреждение сальника ведущей шестерни;
- износ сальника полуоси, определяемый по замасливанию тормозных щитов, барабанов и колодок;
- ослабление болтов крепления картера редуктора заднего моста; повреждение уплотнительных прокладок;

- износ или неправильная регулировка подшипников дифференциала;
- неправильно отрегулировано зацепление зубьев шестерен главной передачи при ремонте редуктора;
- износ или разрушение подшипников ведущей шестерни;
- неправильный боковой зазор между зубьями шестерен главной передачи;
- задиры на рабочей поверхности оси сателлитов;
- заедание шестерен полуосей в коробке дифференциала;
- неправильный зазор между зубьями шестерен дифференциала;
- увеличенный зазор в шлицевом соединении вала ведущей шестерни с фланцем;
- увеличенный зазор в зацеплении шестерен главной передачи;
- износ отверстия под ось сателлитов в коробке дифференциала.

Большая часть тех или иных отклонений от нормы в параметрах работы автомобильных агрегатов сопровождается появлением с их стороны посторонних звуков или шумов. Все вышесказанное в полном объеме относится к агрегатам трансмиссии и, в частности, к заднему мосту автомобилей ВАЗ, включая редуктор.

Как правило, определенные виды шумов появляются и пропадают при движении автомобиля в конкретных временных интервалах (на определенных скоростях). Каждому виду шума при этом соответствуют специфические отклонения от нормы в работе отдельных деталей или узлов. Поэтому по характеру (виду) определенного шума нетрудно с большой долей вероятности установить предварительный характер неисправности трансмиссии в целом и редуктора – в частности.

При появлении повышенного шума со стороны заднего моста техническое состояние ведущего моста, а вместе с тем и редуктора, проверяют при различных режимах движения, а именно: при трогании автомобиля с места, режиме свободного качения, резких ускорениях (замедлениях), торможении двигателем, дви-

жении на поворотах и на больших скоростях. В связи с этим рекомендуется провести четыре испытания, суть которых заключается в следующем.

Испытание № 1. Движение осуществляется со скоростью 20 км/ч, чтобы шумы хорошо прослушивались. Затем, постепенно увеличивая скорость до 90 км/ч, замечают, когда шумы возникают и появляются вновь. Далее рекомендуется проследить за возникновением и исчезновением шумов, осуществляя торможение двигателем. Обычно шумы одного характера, высоты и тональности проявляются при одних и тех же скоростях как при ускорении, так и при замедлении движения.

Испытание № 2. На скорости 90 км/ч выключают передачу, чтобы хорошо слышать шумы при свободном качении автомобиля до его полной остановки. Если выявленные шумы такие же, как при первом испытании, то, по всей вероятности, (за исключением ряда случаев) они вызваны не редуктором, так как без приложения нагрузки шумы в редукторе не возникают. Если же при данном испытании шумы полностью исчезают, то есть достаточные основания предполагать, что источником шума является непосредственно редуктор ведущего моста.

Испытание № 3. На неподвижном автомобиле слушают шумы, постепенно увеличивая частоту вращения коленчатого вала. Если шум аналогичен тому, что был замечен при первом испытании, то он вызван не редуктором, а каким-либо другим агрегатом автомобиля.

Испытание № 4. Шум, зафиксированный при первом испытании и не проявивший себя при всех последующих, в большинстве случаев вызван именно неисправностью редуктора. Для того чтобы в этом удостовериться, вывешивают задний мост, запускают двигатель и, включив прямую передачу, еще раз внимательно прослушивают шумы.

Из всего вышесказанного следует, что предварительная диагностика без снятия редуктора с автомобиля, а именно по шуму в процессе движения, имеет огромное значение. При своевременном проведении таковой, а также правильной классификации ее результатов, можно практически на 100% определить характер

неисправности агрегатов трансмиссии, а следовательно, объем и стоимость предстоящих ремонтных работ.

Порядок выполнения лабораторной работы и основные технические условия представлены в табл. 4.6 [26].

Таблица 4.6

Технология разборки, сборки и регулировки заднего редуктора

№ п/п	Операции, технические условия и указания	Оборудование, приспособления и инструменты
1	2	3
1	Установить автомобиль на пост	—
2	Слить масло из балки моста	Шестигранник
3	Установить заднюю часть автомобиля на подставки и снять колеса	—
4	Отвернуть гайки крепления щита тормоза и выдвинуть полуоси так, чтобы их шлицы вышли из коробки дифференциала	—
5	Отсоединить карданный вал от редуктора, поставить подставку под картер редуктора, вывернуть болты его крепления к балке заднего моста и вынуть редуктор, не повреждая прокладку	—
<i>Разборка редуктора</i>		
6	Закрепить редуктор на стенде. Снять стопорные пластины, вывернуть болты и снять крышки коробки дифференциала, регулировочные гайки и наружные кольца роликовых подшипников	—
7	Вынуть из картера редуктора коробку дифференциала вместе с ведомой шестерней и внутренними кольцами подшипников	—
8	Придерживая фланец ведущей шестерни, отвернуть ключом гайку крепления фланца. Снять фланец и вынуть ведущую шестерню с ведущим кольцом, внутренним кольцом и распорной втулкой. Из картера вынуть сальник, маслоотражатель и внутреннее кольцо переднего подшипника. Проверить, нет ли на зубьях шестерен повреждений и правильность расположения пятен контактов на рабочих поверхностях зубьев	Стопор фланца ведущей шестерни
9	Выпрессовать оправкой наружные кольца переднего и заднего подшипников	Оправка
10	Снять с ведущей шестерни распорную втулку с помощью съемника и оправки. Снять внутреннее кольцо заднего роликового подшипника. Снять регулировочное кольцо ведущей шестерни. Осмотреть роликовые	Съемники, оправка

Продолжение табл. 4.6

1	2	3
	подшипники ведущей шестерни и коробки дифференциала. Они должны быть без износа, с гладкими рабочими поверхностями	
11	Снять внутренние кольца подшипников коробки дифференциала с помощью съёмника и оправки. Отвернуть болты крепления ведомой шестерни и выбить из коробки ось сателлитов. Проверить состояние осей сателлитов и поверхностей их оси. При незначительных повреждениях поверхности отшлифовать мелкой шкуркой, а при серьёзных – заменить детали новыми	Съёмник, упор
12	Повернуть шестерни полуосей так, чтобы последние выкатились в окна дифференциала, после чего их можно вынуть. Снять шестерни полуосей с опорными шайбами. Проверить поверхности шеек шестерен полуосей и их посадочных отверстий в коробке дифференциала. Повреждения устранить как в п.11. Проверить поверхности опорных шайб шестерен полуосей. Устранять следует даже незначительные повреждения. При замене шайб новые подбирать по толщине	—
13	Проверить отсутствие повреждений на картере и коробке дифференциала	—
<i>Сборка редуктора</i>		
14	Смазать трансмиссионным маслом и установить через окна в коробке дифференциала шестерни полуосей с опорными шайбами и сателлиты. Провернуть сателлиты и шестерни полуосей так, чтобы совместить ось вращения сателлитов с осью вращения в коробке, затем вставить ось сателлитов	—
15	Проверить осевой зазор каждой шестерни полуоси. Он должен составлять 0–0,1 мм, а момент сопротивления вращению не должен превышать 14,7 Н·м. При увеличенном зазоре заменить регулировочные шайбы новыми. Если зазор велик при наибольшей толщине шайб, то шестерни следует заменить новыми из-за чрезмерного износа	Динамометр, набор щупов
16	Установить ведомую шестерню на коробку дифференциала. Напрессовать на коробку дифференциала внутренние кольца роликовых подшипников с помощью оправки	Оправка
17	Закрепить картер редуктора на стенде. Запрессовать в гнезда картера наружные кольца переднего и заднего подшипников ведущей шестерни	Оправки
18	С помощью оправки внутреннее кольцо заднего подшипника вставить в горловину картера редуктора	Оправки

Продолжение табл. 4.6

1	2	3
19	Установить внутреннее кольцо переднего подшипника, фланец ведущей шестерни и, проворачивая оправку для правильной установки роликовых подшипников, затянуть гайку с моментом 7,8–9,8 Н·м	Ключ динамометрический
20	Закрепить приспособление на торце оправки 1 (рис. 4.25) и настроить индикатор на ноль. Установить его ножку на торец оправки. Затем подвинуть индикатор так, чтобы его ножка встала на посадочную поверхность подшипника коробки дифференциала. Поворачивая налево и направо оправку с индикатором, установить ее в такое положение, при котором стрелка индикатора покажет минимальное значение «А1», и записать его. Повторить это для второго подшипника («А2»)	Приспособления
21	Определить толщину S регулировочного кольца: $S = ((A1 - A2) / 2) - B$, где B – отклонение ведущей шестерни от номинального положения в мм (маркируется на самой шестерне в сотых долях миллиметра)	–
22	Вставить ведущую шестерню в картер редуктора и установить на нее кольцо переднего подшипника, маслоотражатель, сальник ведущей шестерни и шайбу. Навернуть на конец ведущей шестерни гайку и, застопорив фланец ведущей шестерни, затянуть ее	–
23	Затянуть гайку фланца моментом 117–225 Н·м, периодически проверяя динамометром момент сопротивления проворачиванию редуктора, который должен быть 157–196 Н·м. Если момент меньше 157, то следует подтянуть гайку фланца, если больше 196, то следует заменить распорную втулку новой	Динамометрический ключ, динамометр
24	Установить в картере предварительно собранную коробку дифференциала вместе с наружными кольцами подшипников. Установить крышки подшипников и затянуть их	–
25	Закрепить на картере редуктора приспособление винтами (рис. 4.26), ввернув их в отверстия под болты крепления стопорных пластин регулировочных гаек. По направляющей приспособления сместить кронштейн 6 до соприкосновения рычага 5 с наружной боковой поверхностью и затянуть винт 7. Ослабить винты 1 и 3 и установить кронштейн 4 так, чтобы ножка индикатора 2 опиралась на боковую поверхность зуба ведомой шестерни, затем затянуть винты 1 и 3. Проворачивая регулировочные гайки, предварительно отрегулировать	Приспособление

1	2	3
	боковой зазор между зубьями в пределах 0,08–1,13 мм. При этом подшипники не должны иметь преднатяга	
26	Последовательно и равномерно затянуть две регулировочные гайки подшипников до увеличения расстояния между обоймами подшипников дифференциала на 0,14–0,18 мм. При этом зазор в зацеплении не должен увеличиться	–
27	Снять приспособления с редуктора. Установить стопорные пластины регулировочных гаек и закрепить их болтами с пружинными шайбами	–
28	Установка редуктора в балку производится в последовательности, обратной снятию, с тем учетом, что балку перед установкой в нее редуктора надо тщательно очистить от масла, а резьбу болтов следует смазать герметиком	–

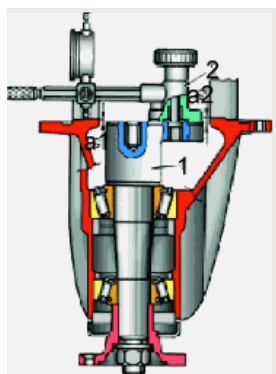


Рис. 4.25. Снятие замеров для определения толщины регулировочного кольца

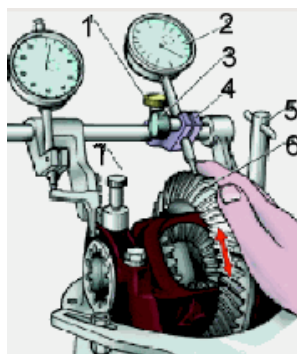


Рис. 4.26. Проверка бокового зазора в зацеплении

Контрольные вопросы

1. Назовите основные узлы и детали редуктора заднего моста автомобиля ВАЗ.
2. Перечислите основные неисправности редуктора заднего моста и причины их появлений.
3. Как проявляют себя неисправности редуктора?
4. Назовите основные методы диагностирования редуктора.

5. Опишите последовательность разборки редуктора.
6. Как определяется толщина регулировочного кольца ведущей шестерни?
7. Как определяется и регулируется боковой зазор в зацеплении главной передачи?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

Ремонт боковых порезов радиальных шин

Рабочее место: лаборатория ТО и ремонта шин.

Инструмент: шинный шабер, щетка латунная, щетка кокосовая, мел, линейка, бормашина низкооборотистая с набором абразивного инструмента, бормашина высокооборотистая с набором абразивного инструмента, колпачковый нож, прикаточный ролик, экструдер, пылесос, кисть, ножницы, защитные очки, шило.

Исполнитель: слесарь 3-го разряда.

Трудоемкость: 32–52 чел.-мин.

Общие сведения. От всех владельцев колесных транспортных средств, водителей требуется выполнение Правил эксплуатации автомобильных шин (утверждены Министерством транспорта РФ 21.01.2004 г.). Нарушение правил, недостаточное внимание к своевременному техническому обслуживанию, ремонту шин приводят к таким их разрушениям, что они становятся не пригодными к дальнейшей эксплуатации [27].

Шина монтируется на обод колесного диска, представляя вместе с ним единую составную часть – колесо как движитель транспортного средства. Колеса эксплуатируются в сложных и разнообразных дорожно-климатических условиях. Во время движения автомобиля прежде всего шины подвергаются воздействиям со стороны различных препятствий: камней, гвоздей, неровностей дороги (выбоин и ухабов), острых кромок рельсовых путей, крышек канализационных люков и пр., а в условиях бездорожья – дополнительным непредвиденным факторам, угрожающим шинам и колесным дискам.

Незначительные механические повреждения резины шин (поверхностные порезы, царапины, сколы элементов протектора

и т.п.) со временем разрастаются, застрявшие в канавках протектора камни, металлические и другие инородные предметы постепенно внедряются в тело покрышки, вызывая местные разрушения.

Высокая окружающая температура летом, пониженное или повышенное давление в шинах, перегрузка транспортных средств, нарушения правил вождения (резкие ускорения или торможения, заносы и пр.) приводят к чрезмерному разогреву материалов шины, ускоряя их износ и усталостные разрушения при многократных знакопеременных деформациях.

При нормальном естественном износе протектора эксплуатация шин допускается до предельного состояния, определяемого остаточной глубиной рисунка протектора (проявлением на беговой дорожке протектора индикаторов износа), установленной для различных типов транспортных средств Правилами дорожного движения. При достижении предельного состояния по износу протектора эксплуатация шин должна быть прекращена. Такое условие принято с целью обеспечения безопасности движения, особенно на мокрых, покрытых грязью дорогах летом, а снегом и льдом – зимой.

Если нет значительных сквозных повреждений каркаса, бортов, то покрышки с полностью изношенным протектором можно восстановить наложением нового протектора (RETREAD). Некоторые шины допускают углубление протектора нарезкой (REGROOVABLE).

Для того чтобы продлить срок службы шин, надо знать, какие причины вызывают их преждевременный износ и разрушения (за исключением случайных), уметь определять и предупреждать их.

На основании многолетних наблюдений и опыта эксплуатации к основным причинам преждевременного выхода шин из строя относят:

- нарушение правил монтажа (демонтажа) покрышек на ободья;
- несоблюдение норм давления в шинах;
- перегрузку транспортных средств;
- повышенный динамический дисбаланс шин в сборе с колесом;
- неисправности узлов и механизмов ходовой части транспортных средств (отклонение от норм углов установки передних

колес, сходжение и развал колес, ухудшение технического состояния амортизаторов и т.д.);

– неумелое вождение транспортного средства.

Стоимость комплекта шин большегрузного автомобиля может составлять 19–24% от его полной стоимости. Поскольку каждый автомобиль за срок службы изнашивает 6–10 комплектов шин, затраты на приобретения шин составляют внушительную сумму.

На рис. 4.27 представлена современная радиальная шина в разрезе.

Важнейшие элементы шины – протектор, боковины, каркас (корд). Соответственно, все повреждения шин так или иначе связаны с ними.

Протектор – основная рабочая поверхность, большинство повреждений и самый распространенный ремонт шин связаны именно с ним.

Боковины травмируются реже, но повреждения более опасны.

Каркас, или как его часто называют – корд, сам по себе очень прочен. Серьезные повреждения возникают в результате обширных и глубоких порезов, сильных ударов о твердый и острый предмет.

К основным видам повреждений относятся проколы, порезы, повреждения или деформация каркасов шин.



Рис. 4.27. Устройство радиальной шины

Проколы. К проколам относятся мелкие повреждения с потерей герметичности шины. Как правило, это небольшие сквозные нарушения диаметром до 3 мм. Небольшой диаметр отверстия серьезного беспокойства не вызывает, каркас практически не повреждается. Достаточно восстановить герметичность шины. В мастерских это делается с помощью универсального пластыря, который после обработки поверхности накладывается на место прокола. Надежное и прочное соединение образуется за счет химической (холодной) вулканизации резины. Все, что для этого необходимо, – это вулканизирующая жидкость, пластырь и хороший инструмент для зачистки поверхности. Можно самостоятельно отремонтировать прокол не разбирая колесо. Для этого используется специальный жгутик. При этом надо понимать, что самостоятельный ремонт в «полевых условиях» – дело временное и результат ненадежен.

Боковые порезы. Порез – это крупное повреждение с потерей герметичности и обрывом нитей корда (рис. 4.28, *а*). Причины пореза – наезд на острый и крупный металлический предмет, а также на битое стекло, бордюр тротуара и т. д.

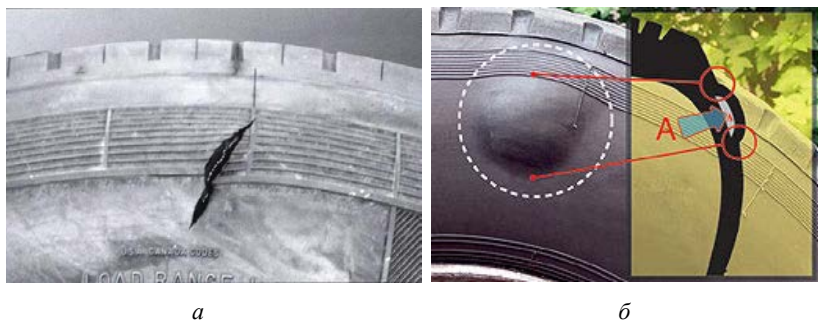


Рис. 4.28. Повреждения шины: *а* – боковой порез; *б* – грыжа

Повреждения корда. Надо сказать, что любая травма не проходит бесследно, идеально восстановить все слои автопокрышки невозможно, можно говорить лишь о приемлемой работоспособности шины. Конечно, игольный прокол через протектор никакой угрозы не представляет, каркас остается цел, поэтому все легко исправляется. Самые серьезные проблемы с колесом возникают при повреждении корда. Они образуются при глубоких

порезах, разрывах шины или сильных ударах колеса о твердые предметы – камень, бордюр и т.д.

Грыжа. Под этим термином понимают характерное вздутие, деформацию шины в месте сильного удара (рис. 4.28, б). Это происходит в результате внутреннего разрыва нитей корда. Ничем не скрепленная резина автопокрышки начинает вздуваться под действием давления воздуха. Это приводит к еще большему натяжению целых нитей, они рвутся или расползаются, и грыжа постепенно увеличивается. Последствия такого события могут быть очень печальными.

Современные технологии позволяют отремонтировать большинство повреждений шин, однако есть и ограничения. Для сквозных повреждений боковины, плечевой зоны и протекторной части производители шиноремонтных материалов устанавливают предельные размеры повреждений. В настоящее время отсутствуют технологии ремонта бортового кольца шины в случае повреждения корда. Не поддаются ремонту большинство грыж. В конечном итоге решающим фактором в пользу ремонта является количество поврежденных нитей корда.

Для обработки резины и текстильного корда рекомендуется применять абразивы из карбида вольфрама или проволочную щетку и пневматическую дрель со скоростью вращения не более 5000 об/мин, чтобы не поджечь или не осмолить корд и резину. Для обработки металлокорда используется специальный мелкозернистый корундовый или вольфрамовый абразив – пневматическая дрель со скоростью вращения до 20000 об/мин. Технологический процесс ремонта бокового пореза на грузовой шине представлен в табл. 4.7.

Таблица 4.7

Технологический процесс ремонта бокового пореза шины

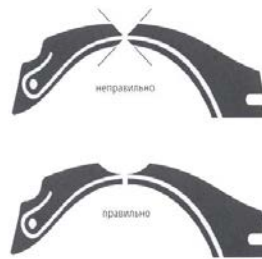
№ п/п	Операции, технические условия и указания	Оборудование, приспособления и инструменты
1	2	3
1	Определить место расположения повреждения и отметить его мелом снаружи и изнутри шины. Установить шину в борторасширитель	Мел, борторасширитель

1	2	3
2	Удалить гермослой шины вокруг повреждения. Для этого на внутреннюю поверхность шины (участок ремонта) нанести буферный очиститель и снять гермослой шинным шабером (рис. 4.29, а). Образовавшееся загрязнение удалить пылесосом	Шинный шабер, буферный очиститель, пылесос
3	Вырезать повреждение резины колпачковым ножом (рис. 4.29, в) и разработать его шероховальным кольцом в вогнутую (чашевидную) форму (рис. 4.29, б, г). При обработке резины вблизи стального корда необходимо использовать проволочную щетку в пластмассовой заливке, чтобы избежать повреждение стального или текстильного корда. Удалить резиновую пыль пылесосом	Бормашина низкооборотная, защитные очки, колпачковый нож, щетка кокосовая
4	Сделать разрез ножом в радиальном направлении между оголенными тросами стального корда как можно ближе вдоль поврежденного слоя. Удалить тросы стального корда высокооборотной бормашиной. При этом требуется большая тщательность, чтобы не повредить целых тросов корда (рис. 4.29, д, е). Удалить резиновую и металлическую пыль пылесосом	Защитные очки, высокооборотная бормашина, нож, латунная щетка, пылесос
5	Измерить размеры повреждения А (аксиальный, рис. 4.29, ж) и R (радиальный, рис. 4.30, а). С помощью таблицы ремонтных материалов выбрать соответствующий пластырь (рис. 4.31, а, б). Таблицы ремонтных материалов устанавливают соотношение между размером шины, величиной и местонахождением повреждения и необходимым ремонтным пластырем	Линейка, мел, таблица ремонтных материалов
6	Установить пластырь на место повреждения с внутренней стороны шины, отпустить борта шины и очертить пластырь по контуру (рис. 4.30, б). Очерченный участок шины зачистить контурным кругом (рис. 4.30, в). Очистить обработанную поверхность латунной щеткой и полностью удалить резиновую пыль	Мел, защитные очки, бормашина низкооборотная, контурный диск, латунная щетка, пылесос
7	Проверить участок ремонта внутри и снаружи на отсутствие загрязнений. На внешнюю сторону повреждения (воронку) нанести катализатор, а на внутреннюю – клей. Повернуть шину на 90° и дать подсохнуть в течение 10 минут	Кисть, катализатор, клей
8	Отпустить борта шины. Отцентрировать пластырь по ранее нанесенным линиям и прикатать его (рис. 4.30, г). Загерметизировать края пластыря герметиком (рис. 4.30, д). Если шина камерная, присыпать герметик тальком	Мел, прикаточный ролик, кисть, пластырь, герметик, тальк

1	2	3
9	Заполнить воронку повреждения сырой резиной с помощью экструдера (рис. 4.30, е). Для удаления пузырьков воздуха необходимо постоянно прикатывать резину (рис. 4.30, ж). Заполнение воронки должно слегка возвышаться (2–3 мм), чтобы при вулканизации компенсировать естественную усадку материала (рис. 4.30, з). Нанести на поверхность заполненной воронки катализатор и накрыть термостойкой пленкой	Экструдер, прикаточный ролик, кисть, сырая резина, катализатор, термостойкая пленка
10	Установить шину в вулканизатор и закрепить ее. Время вулканизации определяется из расчета 5 минут на 1 мм толщины плюс 40 минут, если использовались алюминиевые подушки	Вулканизатор с комплектом подушек
11	Проверить степень вулканизации резины. Для этого сразу после извлечения из вулканизатора вдавить шило в заполнитель воронки (рис. 4.30, и). Если шило оставит постоянную вмятину, то вулканизация не произошла и необходимо повторить весь процесс. Также в воронке не должно быть включений газа и воздуха	Шило
12	Для придания косметического эффекта необходимо отшлифовать контурным кругом внешнюю сторону участка ремонта, чтобы привести его в соответствие	Бормашина низкооборотная, контурный круг, шлифовальный набор



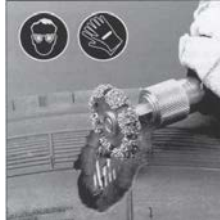
а



б



в



з



д



е



ж

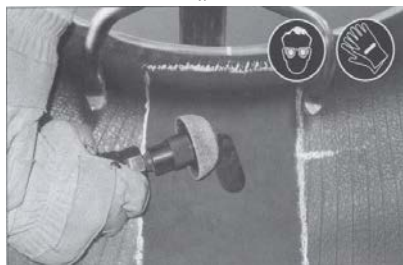
Рис. 4.29. Этапы разработки повреждения шины



а



б



в



г



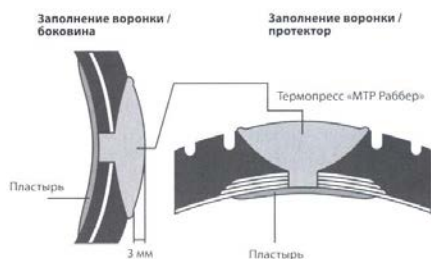
д



е



ж



з

и

Рис. 4.30. Основные этапы вулканизации шины

		①		RAD-Nr.	②		③
		max. A mm	max. R mm		max. C Ø mm	max. A x R mm	max. S mm
	Q	6	12	110 TL	10	10 x 10	8
		20	35	114 TL	20	20 x 20	-
		20	30	115 TL	18	18 x 18	8
	T	6	12	110 TL	8	8 x 8	6
		15	30	112 TL	12	12 x 12	6
				115 TL			
	H	6	6	110 TL	6	6 x 6	3
				115 TL			
	V	3	3	110 TL	6	6 x 6	3
	ZR	-	-	110 TL	3	3 x 3	-
	165 - 215 6 - 8 PR max - 121 LI	6	6	112 TL	6	6 x 6	-
		-	-	115 TL	12	12 x 12	-
		15	30	120 TL	15	15 x 15	8
	min. 122 LI	-	-	115 TL	10	10 x 10	-
		10	10	120 TL	12	12 x 15	8
		15	60	122 TL	15	15 x 15	10
	6.00 - 7.50 7 R - 8.5 R 205/ - 225/	20	50	140 TL	25	25 x 40	15
		10	80				
		25	60				
	1 Cable 2 Cables	80		124 TL	-	-	-
		60					
	8.25 - 10.00 9 R - 11 R 11/ 235/ - 285/	-	-	115 TL	8	8 x 8	-
		6	10	120 TL	10	10 x 15	8
		10	80				
		20	60	140 TL	20	20 x 40	15
		10	110				
		25	80	142 TL	30	30 x 50	20
		20	130				
		40	80	144 TL	40	40 x 70	25
		-	-	125 TL	15	15 x 25	-
		-	-	135 TL	25	25 x 35	-
		-	-	145 TL	40	40 x 60	-
		1 Cable	80	124 TL	-	-	-
		2 Cables	60				
		1 Cable	120	126 TL	-	-	-
		3 Cables	60				

Рис. 4.31, а. Таблица ремонтных материалов

			RAD-Nr.			
	max. A mm	max. R mm		max. C Ø mm	max. A x R mm	max. S mm
 11.00 - 13.00 12 R - 15 R 12/ - 13/ 295/ - 365/	-	-	115 TL	8	8 x 8	-
	6	6	120 TL	10	10 x 10	6
	10	60	140 TL	15	15 x 20	10
	15	35				
	10	100	142 TL	25	25 x 50	20
	25	80				
	20	130	144 TL	40	40 x 70	25
	40	80				
	-	-	125 TL	10	10 x 20	-
	-	-	135 TL	20	20 x 30	-
	-	-	145 TL	40	40 x 60	-
	1 Cable	120	126 TL	-	-	-
	3 Cables	60				
	1 Cable	140	128 TL	-	-	-
	2 Cables	80				
14.00 - 16.5 R - 15.5/ - 385/ - max. Li 177	-	-	120 TL	8	8 x 8	-
	12	30	140 TL	12	12 x 12	10
	10	100	142 TL	20	20 x 30	20
	20	60				
	20	130	144 TL	30	30 x 50	25
	30	60				
	40	100	146 TL	40	40 x 70	30
	1 Cable	120	126 TL	-	-	-
	3 Cables	60				
	1 Cable	140	128 TL	-	-	-
	2 Cables	80				

Рис. 4.31, б. Таблица ремонтных материалов

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы радиальной шины.
2. Что такое гермослой шины и для чего он предназначен?
3. Назовите виды повреждений шин и причины их появления.
4. Какие повреждения не поддаются ремонту и почему?
5. Какие инструменты, оборудование и материалы необходимы для ремонта бокового пореза?
6. Для каких работ предназначены низкооборотная и высокооборотная бормашины?
7. Из каких этапов состоит подготовка повреждения шины к вулканизации?
8. Как выбрать пластырь по таблице?
9. Перечислите основные этапы вулканизации шины. Как рассчитывается время вулканизации?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

Проверка дымности отработавших газов

дизельного двигателя

Рабочее место: двигатель КамАЗ-740.

Инструмент: автомобиль; система вентиляции; измеритель дымности отработавших газов «Мета-01 МП 01».

Исполнитель: слесарь 3-го разряда.

Трудоемкость: 10 чел.-мин.

Общие сведения. На систему питания приходится до 9% неисправностей автомобилей с дизельными двигателями. Характерными неисправностями являются: нарушение герметичности и течь топлива, особенно топливопроводов высокого давления; загрязнение воздушных и особенно топливных фильтров; попадание масла в турбоагрегат; износ и разрегулировка плунжерных пар насоса высокого давления; потеря герметичности форсунок и снижение давления начала подъема иглы; износ выходных отверстий форсунок, их закоксовывание и засорение. Эти неисправности приводят к изменению момента начала подачи и впрыскивания топлива, неравномерности работы топливного насоса по углу и количеству подаваемого топлива, ухудшению качества распыливания топлива, что прежде всего вызывает повышение дымности отработавших газов и в незначительной степени приводит к повышению расхода топлива и снижению мощности двигателя (на 3–5%).

Термины и определения

Свободное ускорение – увеличение оборотов двигателя автомобиля от минимальной до максимальной частоты вращения без внешней нагрузки при перемещении педали управления подачей топлива (далее – педали) до упора.

Максимальная частота вращения ($n_{\text{тах}}$, мин^{-1}) – ограниченная регулятором частота вращения вала двигателя в режиме холостого хода при нажатой до упора педали.

Минимальная частота вращения ($n_{\text{мин}}$, мин^{-1}) – частота вращения вала двигателя в режиме холостого хода при отпущенной педали.

Дымомер – прибор, предназначенный для непрерывного измерения k и N .

Пробоотборная система – устройство для подачи отработавших газов из выпускной трубы автомобиля в измерительную камеру дымомера.

Коэффициент поглощения света (k, m^{-1}) – значение дымности, измеренное дымомером по основной шкале индикатора с диапазоном от 0 до ∞ .

Коэффициент ослабления света ($N, \%$) – значение дымности, измеренное дымомером по вспомогательной линейной шкале индикатора с диапазоном от 0 до 100 %.

Дымность отработавших газов в режиме свободного ускорения (X_m, m^{-1}) – максимальное значение коэффициента поглощения, измеренное в режиме свободного ускорения.

Результат измерения дымности в режиме свободного ускорения (X_m, m^{-1}) – среднеарифметическое значение четырех последних измерений X_m , полученных в соответствии с мерами.

Предельно допустимое значение дымности (X_L, m^{-1}) – предельно допустимое значение коэффициента поглощения в режиме свободного ускорения, установленное для автомобиля.

Обкатка автомобиля – пробег автомобиля, установленный предприятием-изготовителем для начального периода эксплуатации, в течение которого должны выполняться особые требования, изложенные в инструкции по эксплуатации автомобиля.

Автотранспортное средство, находящееся в эксплуатации, – автомобиль, прошедший регистрацию в установленном порядке.

Измеритель дымности отработавших газов «Мета-01 МП 01» выполнен в виде переносного прибора, состоящего из приборного блока, оптического датчика и пробозаборника (рис. 4.32) [28].

Конструктивно приборный блок выполнен в пластмассовом корпусе из ударопрочного полистирола. На лицевой панели расположены буквенно-цифровой дисплей 4 и органы управления (см. рис. 4.32): включатель питания ВКЛ 5, кнопка «ВВОД» 6, кнопка «ОТМЕНА» 7, кнопка «ВЫБОР» 8.

На боковых панелях прибора расположены: разъем для подключения принтера 11, разъем для подключения источника питания 10, разъем для подключения оптического датчика 9.

Внутри приборного блока расположена плата управления.

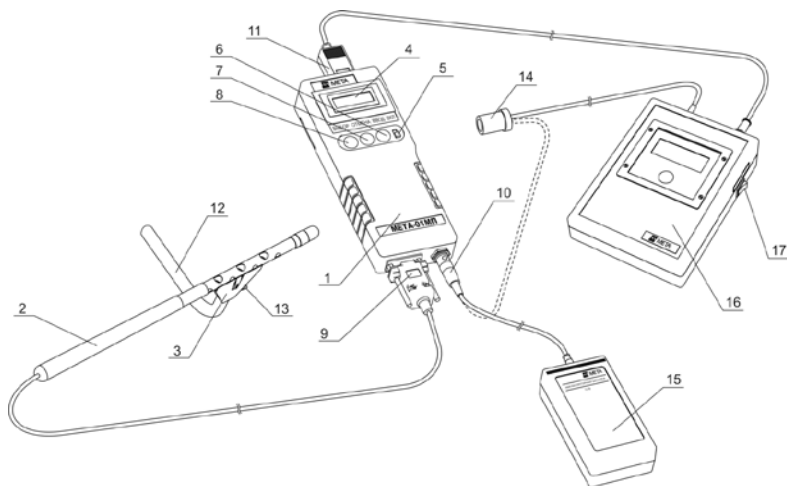


Рис. 4.32. Внешний вид прибора «Мета-01 МП 01»:

1 – приборный блок; 2 – оптический датчик; 3 – рассекающий пробозаборника; 4 – буквенно-цифровой дисплей; 5 – тумблер включения питания; 6 – кнопка «ВВОД»; 7 – кнопка «ОТМЕНА»; 8 – кнопка «ВЫБОР»; 9 – разъем для подключения оптического датчика; 10 – разъем для подключения аккумуляторной батареи; 11 – разъем для подключения принтера; 12 – изогнутая трубка пробозаборника; 13 – винт; 14 – разъем для подключения к гнезду прикуривателя; 15 – аккумуляторная батарея; 16 – принтер; 17 – тумблер включения питания принтера

Оптический датчик снабжен телескопической рукояткой, раздвигающейся до размеров 1,5 м и позволяющей выполнять измерения дымности с безопасного для оператора расстояния.

Оптический датчик (рис. 4.33) содержит соосно расположенные излучатель 19 (миниатюрная лампа накаливания с цветовой температурой 2800–3250 °К) и фотоприемник 6 (фотодиод) по обе стороны от измерительной камеры 23, выполненной в виде перфорированного отверстия патрубка, ограниченного диафрагмами 15 с центральными отверстиями. В измерительной

камере расположен термодатчик 16 (термопара), который служит для измерения температуры отработавших газов.

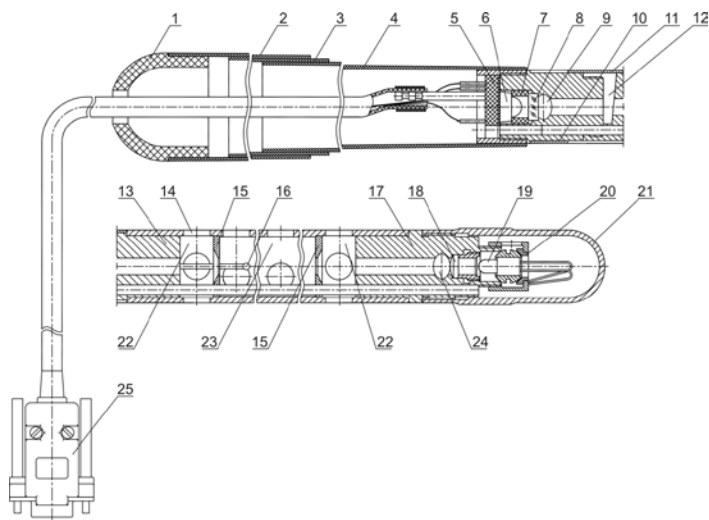


Рис. 4.33. Оптический датчик без компрессора:

1 – колпачок; 2,3 – труба; 4 – патрубок; 5 – колодка; 6 – фотодиод; 7 – кольцо; 8 – светофильтр; 9 – отверстие для очистки светофильтра; 10 – кольцо; 11 – шторка; 12 – гнездо для установки контрольного светофильтра; 13 – патрубок; 14 – отверстие; 15 – диафрагма; 16 – термопара; 17 – патрубок; 18 – оптическая линза; 19 – лампа; 20 – кольцо; 21 – крышка; 22 – буферная камера; 23 – измерительная камера; 24 – отверстие для очистки оптической линзы; 25 – разъем для подключения к приборному блоку

Линза 18 формирует поток излучения лампы 19, а светофильтр 8 обеспечивает спектральные свойства оптической пары, аналогичные кривой дневного зрения человеческого глаза, по требованиям ГОСТ Р 52160–2003 в диапазоне 430–680 нм с максимальным пропусканием на длине волны $\lambda_{\text{max}} = (560 \pm 10)$ нм. Диафрагмы 15, патрубки 13, 17 и дополнительные отверстия 14 буферных камер 22 образуют систему защиты оптических элементов от загрязнений компонентами отработавших газов, при этом обеспечивая стабильность эффективной фотометрической базы и однородность поглощающего слоя анализируемого газа.

Оптический датчик снабжен телескопической рукояткой, состоящей из трех звеньев. Через отверстие 9 производят очистку светофильтра, через отверстие 24 – очистку оптической линзы. Гнездо 12 служит для установки контрольного светофильтра.

В рабочем положении гнездо контрольного светофильтра закрыто шторкой 11, отверстие фотоприемника – кольцом 10, отверстие для очистки линзы – защитной крышкой 21. Перфорированный отверстиями патрубок измерительной камеры снабжен направляющим пазом для установки пробозаборника.

Пробозаборник устанавливается на оптическом датчике и служит для доставки отработавших газов от выпускной системы дизеля до измерительного канала датчика.

Пробозаборник (см. рис. 4.32) состоит из рассекателя и изогнутого патрубка. На корпусе пробозаборника имеется направляющий выступ, который совмещается с пазом, расположенным на перфорированной трубке оптического датчика. Изогнутая трубка закрепляется в корпусе при помощи винта в необходимом положении.

Порядок выполнения лабораторной работы и основные технические условия представлены в табл. 4.8 [29].

Таблица 4.8

**Порядок проверки дымности отработавших газов
дизельного двигателя**

№ п/п	Операции, технические условия и указания	Оборудование, приспособления и инструменты
1	2	3
1	Установить автомобиль на пост, зафиксировав противооткатными упорами под колеса ведущих мостов (для автобусов категории М3 и грузовых автомобилей категорий N2, N3). Испытания проводят при температуре окружающего воздуха от 0 до 35 °С и давлении атмосферного воздуха от 92 до 105 кПа. Система выпуска, включая систему очистки отработавших газов от загрязняющих веществ, не должна иметь повреждений и быть недоукомплектованной. Включить нейтральную передачу и затормозить автомобиль с помощью стояночного тормоза	Лаборатория

1	2	3
2	Установить датчики температуры масла, охлаждающей жидкости и частоты вращения. Для измерения температуры масла в поддоне картера двигателя следует применять термометр с диапазоном 0–100 °С и погрешностью измерений не более $\pm 2,5$ % верхнего предела измерений. Для измерения частоты вращения коленчатого вала двигателя следует применять тахометр с диапазоном 0–6000 мин⁻¹ и погрешностью измерений не более $\pm 2,5$ % верхнего предела измерений. Для определения температуры моторного масла или охлаждающей жидкости двигатель запустить и прогреть, используя нагрузочные режимы или многократное повторение циклов свободного ускорения. Температура должна быть в пределах, установленных предприятием-изготовителем, но не ниже 60 °С. Продолжительность работы прогретого двигателя в режиме холостого хода перед началом измерений должна быть не более 5 мин	Контрольно-измерительные приборы автомобиля
3	Измерить значения n_{min} и n_{max} , которые должны быть в пределах, установленных предприятием-изготовителем	Контрольно-измерительные приборы автомобиля
4	Заглушить двигатель	–
5	При измерении дымности в помещении необходимо обеспечить вентиляцию этого помещения	–
6	Установить зонд для отбора отработавших газов из выпускной трубы в дымомер	Измеритель дымности отработавших газов «Мета-01 МП 01»
7	Запустить двигатель	–
8	Провести измерение дымности в режиме свободного ускорения в следующей последовательности: – при работе двигателя в режиме холостого хода на n_{min} равномерно перемещать педаль за 0,5–1,0 с до упора. Держать педаль в этом положении 2–3 с. Отпустить педаль и через 8–10 с приступить к выполнению следующего цикла; – циклы свободного ускорения повторять не менее шести раз; – измерить значения ХМ на последних четырех циклах свободного ускорения по максимальному показанию дымомера;	Измеритель дымности отработавших газов «Мета-01 МП 01»

1	2	3
	– измеренные значения ХМ считают достоверными, если четыре последовательных значения не образуют убывающей зависимости и располагаются в зоне шириной $0,25 \text{ м}^{-1}$; – определить среднеарифметическое значение ХМ четырех последних измерений ХМ, которое принимается за результат измерения. Дымность $X^{\text{I}}_{\text{м}}$ автомобилей, не имеющих знака официального утверждения, не должна превышать в режиме свободного ускорения следующих значений: $2,5 \text{ м}^{-1}$ – для двигателей без наддува; $3,0 \text{ м}^{-1}$ – для двигателей с наддувом. Заполнить бланк отчета проверки автомобиля	

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные неисправности системы питания дизельного двигателя.
2. Дайте определение дымомера.
3. В каких случаях необходимо производить проверку отработавших газов?
4. Опишите технологический процесс измерения дымности в режиме свободного ускорения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

Регулировка зазора в подшипниках ступиц колес

Рабочее место: автомобиль УАЗ-31622.

Инструмент: специальный трубчатый ключ 55 мм, отвертка с плоским лезвием, молоток, зубило, динамометрический ключ, ключ 14 мм, съемник наружных стопорных колец.

Исполнитель: слесарь 3-го разряда.

Трудоемкость: 23 чел.-мин.

Общие сведения. Передняя подвеска автомобиля УАЗ (рис. 4.34) зависимая, состоит из двух шаровых шкворней с каждой стороны, двух продольных штанг, одной поперечной тяги, витых цилиндрических пружин, гидравлических телескопических амортизаторов и стабилизатора поперечной устойчивости.

Продольные штанги и поперечная тяга, образуя направляющий аппарат, обеспечивают правильную фиксацию переднего моста, что влияет на управляемость, устойчивость и тормозные качества автомобиля.

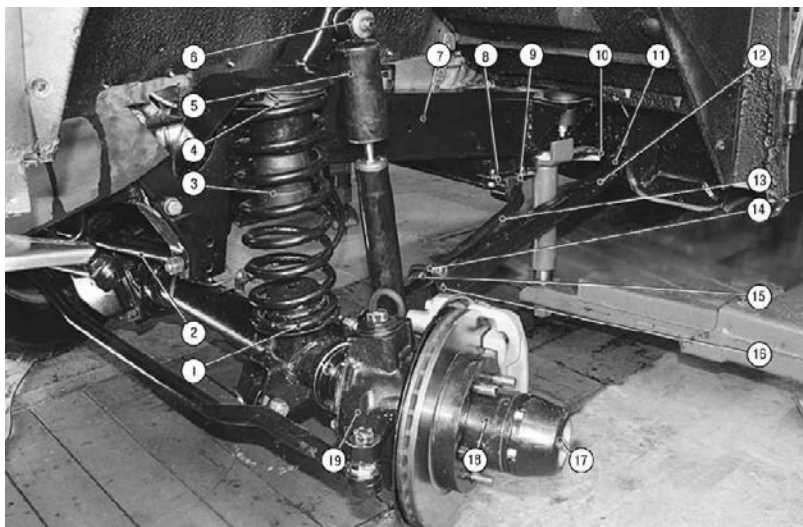


Рис. 4.34. Передняя подвеска:

1 – пружина передней подвески; 2 – поперечная тяга передней подвески; 3 – буфер сжатия передней подвески; 4 – опора пружины передней подвески; 5 – амортизатор передней подвески; 6 – втулки верхнего крепления амортизатора; 7 – рама; 8 – обойма подушки стабилизатора поперечной устойчивости; 9 – подушка штанги стабилизатора поперечной устойчивости; 10 – опорная втулка конца продольной штанги передней подвески; 11 – шайба конца продольной штанги передней подвески; 12 – продольная штанга передней подвески; 13 – штанга стабилизатора поперечной устойчивости; 14 – стремянка штанги стабилизатора поперечной устойчивости; 15 – обойма подушки штанги стабилизатора поперечной устойчивости; 16 – пластина стремени крепления; 17 – муфта отключения колеса; 18 – передняя ступица; 19 – поворотный кулак

Продольные штанги соединены с передним мостом с помощью неразборных резинометаллических шарниров (сайлентблоков) и кронштейнов, а с рамой посредством кронштейна через резиновые шарниры. Предельный ход подвески вверх ограничен резиновым буфером. Для гашения вертикальных колебаний ав-

томобиля предназначены два телескопических амортизатора, они служат также для ограничения хода подвески вниз.

На цапфах поворотных кулаков установлены ступицы 10 (рис. 4.35). Каждая ступица вращается на двух роликовых конических подшипниках. На ступице установлен тормозной диск. Со стороны тормозного щита ступица уплотнена сальником, а снаружи – прокладкой с муфтой отключения колеса. Затяжку подшипников ступицы регулируют гайкой, которую фиксируют на цапфе замочной шайбой с контргайкой.

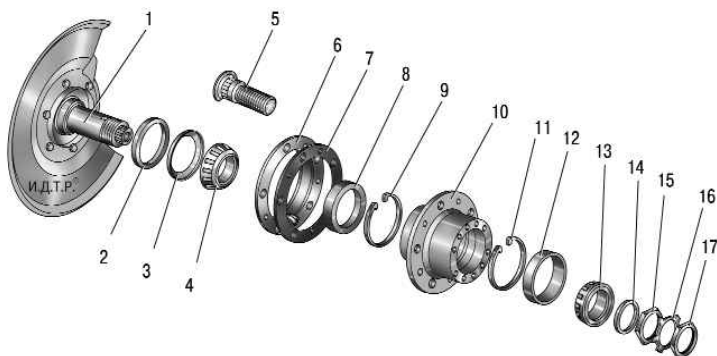


Рис. 4.35. Ступица переднего колеса:

1 – цапфа; 2 – сальник; 3 – упорная шайба сальника ступицы; 4 – внутренний подшипник ступицы; 5 – болт ступицы; 6 – маслоотражатель ступицы; 7 – прокладка маслоотражателя ступицы; 8 – наружная обойма внутреннего подшипника; 9 – внутреннее стопорное кольцо; 10 – ступица; 11 – наружное стопорное кольцо; 12 – наружная обойма наружного подшипника; 13 – наружный подшипник; 14 – стопорная шайба; 15 – регулировочная гайка ступицы; 16 – замочная шайба; 17 – контргайка ступицы

Задняя подвеска автомобиля УАЗ (рис. 4.36) состоит из двух малолистовых рессор и двух амортизаторов. Предельный ход балки моста вверх ограничен резиновым буфером, для гашения колебаний кузова установлены два гидравлических амортизатора. К балке заднего моста рессоры крепятся стремлянками, передние концы рессор закреплены неподвижно на раме через резиновые втулки, а задние концы установлены шарнирно с помощью серьги и резиновых втулок.

В процессе эксплуатации автомобиля происходят значительные изменения технического состояния его ходовой части. Лонжероны и поперечины рамы подвергаются изгибу, появляются трещины и изломы, ослабевают болтовые и заклепочные соединения, рессоры теряют упругость, происходит поломка их листов, амортизаторы из-за износа сопряжений деталей утрачивают способность гасить колебания подвески. В переднем мосту деформируется балка, изнашиваются шкворневые соединения, разбалтываются подшипники и их гнезда в ступицах колес, искривляются рычаги поворотных цапф, в подвесках легковых автомобилей изнашиваются резьбовые пальцы и эксцентрики втулки. Основные неисправности ходовой части автомобиля УАЗ и способы их устранения представлены в табл. 4.9.

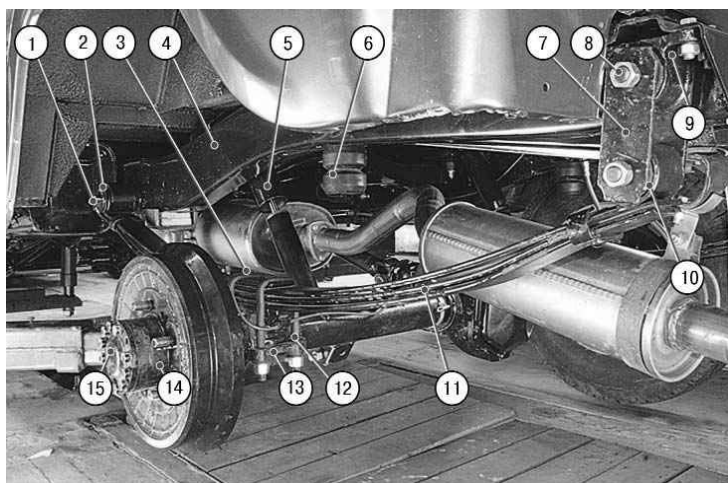


Рис. 4.36. Задняя подвеска:

1 – ось переднего крепления рессоры; 2, 10 – резиновые втулки; 3 – накладка; 4 – рама; 5 – амортизатор задней подвески; 6 – буфер сжатия; 7 – щека серьги; 8 – палец заднего крепления рессоры; 9 – кронштейн серьги; 11 – рессора; 12 – стремянки; 13 – подкладка стремянок; 14 – ступица заднего колеса; 15 – полуось

Таблица 4.9

**Неисправности ходовой части автомобиля УАЗ и способы
их устранения**

Причина неисправности	Способ устранения
<i>«Виляние» передних колес</i>	
1. Большой зазор в подшипниках ступиц передних колес	Отрегулируйте затяжку подшипников ступиц колес. При необходимости замените изношенные или поврежденные подшипники
2. Деформация колеса (погнут обод или диск)	При большом биении замените колесо
3. Повышенный дисбаланс колес	Отбалансируйте колеса
<i>Увод передних колес</i>	
1. Неодинаковое давление воздуха в левой и правой шинах передних колес	Проверьте и при необходимости доведите давление до нормы
2. Большая разница в регулировке подшипников ступиц передних колес	Отрегулируйте подшипники ступиц передних колес
3. Неодинаковый износ шин передних колес	Установите передние колеса с одинаковой величиной износа шин
<i>Повышенный или неравномерный износ шин</i>	
1. Давление воздуха в шинах не соответствует норме	Проверьте давление и доведите его до нормы
2. Перегрузка шин автомобиля	Не перегружайте автомобиль. Груз размещайте равномерно
3. «Виляние» передних колес	Устраните «виляние» (см. неисправность «Виляние» передних колес)
4. Неправильное схождение передних колес (погнута или неправильно отрегулирована рулевая тяга)	Выправьте тягу, отрегулируйте ее длину и проверьте схождение колес. При необходимости замените тягу
5. Резкое торможение или трогание с места, буксование, крутой поворот на большой скорости	Применяйте правильные приемы вождения
6. Повышенный дисбаланс тормозного барабана (диска) со ступицей в сборе или колеса с шиной в сборе	Проверьте и при необходимости устраните дисбаланс

Технологический процесс регулировки подшипников ступиц колес на автомобиле УАЗ-31622 представлен в табл. 4.10.

Таблица 4.10

**Технологический процесс регулировки подшипников ступиц колес
на автомобиле УАЗ-31622**

№ п/п	Операции, технические условия и указания	Оборудование, приспособ- ления и инструменты
1	2	3
1	Затормозить автомобиль стояночным тормозом, установить упоры под задние колеса автомобиля. Поднять и установить переднюю часть автомобиля на опоры	—
2	Снять муфту отключения колеса. Для этого вывернуть три винта крепления и снять колпак муфты (рис. 4.37, а)	Отвертка с плоским лезвием
3	Вывернуть шесть болтов крепления муфты отключения колеса и снять ее (рис. 4.37, б). Вывернуть три винта крепления крышки муфты к фланцу и снять крышку	Отвертка с плоским лезвием, ключ 14 мм
4	Съемником для наружных стопорных колец разжать стопорное кольцо (рис. 4.37, в), поддеть его отверткой, снять стопорное кольцо и установленную под ним шайбу. Затем извлечь из фланца шлицевую втулку	Отвертка с плоским лезвием, съемник наружных стопорных колец
5	Зубилом отогнуть лепесток замочной шайбы и отвернуть контргайку ступицы. Извлечь замочную шайбу	Специальный трубчатый ключ 55 мм, зубило
6	Проворачивая колесо для самоустановки подшипников, затянуть гайку ступицы до упора (рис. 4.37, з)	Специальный трубчатый ключ 55 мм
7	Отвернуть регулировочную гайку подшипников ступицы на 1–2 грани. Проворачивая колесо рукой, проверить легкость его вращения и затянуть гайку регулировки подшипников ступицы моментом 30–40 Н·м (3–4 кгс·м)	Ключ 14 мм, динамометрический ключ
8	Установить новую замочную шайбу, загнуть лепестки и завернуть контргайку	Специальный трубчатый ключ 55 мм, зубило
9	Проверить регулировку подшипников ступицы колеса, при правильной регулировке колеса должно вращаться свободно, без заеданий и заметного осевого зазора	—
10	Загнуть лепестки замочной шайбы (рис. 4.37, д). Установить снятые детали в порядке, обратном снятию	Отвертка с плоским лезвием, молоток, зубило, ключ 14 мм, съемник наружных стопорных колец

1	2	3
11	Затормозить автомобиль, установив упоры под передние колеса. Поднять и установить заднюю часть автомобиля на опоры. Снять полуось (рис. 4.37, е). Для регулировки зазора в подшипниках ступиц задних колес автомобиля повторить пункты 5–10	Специальный трубчатый ключ 55 мм, отвертка с плоским лезвием, молоток, зубило, динамометрический ключ, ключ 14 мм, съёмник наружных стопорных колец



а



б



в



г



д



е

Рис. 4.37. Регулировка подшипников ступиц колес

Контрольные вопросы

1. Как влияет неправильный зазор в подшипниках ступиц колес на ходовые качества автомобиля?
2. Опишите конструкцию ступицы колеса автомобиля УАЗ.
3. Перечислите основные неисправности ходовой части автомобиля.
4. Опишите технологический процесс регулировки зазора в подшипниках ступиц передних колес.
5. Опишите технологический процесс регулировки зазора в подшипниках ступиц задних колес.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

Проверка и регулировка угла опережения впрыска топлива двигателя

Рабочее место: автомобиль КамАЗ-55111.

Инструмент: осмотровая канава, ключ гаечный 17 мм, электролампа переносная, ломик.

Исполнитель: слесарь 3-го разряда.

Трудоемкость: 16 чел.-мин.

Общие сведения. Процесс сгорания топлива в цилиндре дизельного двигателя наиболее наглядно характеризуется индикаторной диаграммой, показывающей зависимость давления в цилиндре от угла поворота коленчатого вала. Вид индикаторной диаграммы зависит от многих факторов, определяемых конструкцией двигателя (тип камеры сгорания, давление впрыска), режимом работы (частота вращения, температура, угол опережения впрыска), сортом топлива и его фракционным составом. Индикаторная диаграмма дизеля показывает не только зависимость давления и температуры от угла поворота коленчатого вала, но и фазы горения топлива (рис. 4.38).

Как видно из диаграммы, процесс сгорания состоит из четырех периодов: задержки самовоспламенения (участок 1–2), быстрого горения (2–3), замедленного горения (3–4) и догорания на линии расширения (4 и далее). С момента начала впрыска (точка 1) все физические и химические процессы в камере

сгорания ускоряются, возрастают температура и скорость химических реакций и, в конечном счете, происходит самовоспламенение смеси топлива с кислородом воздуха. После точки 2 начинается интенсивный процесс горения и резко повышается давление в цилиндре.

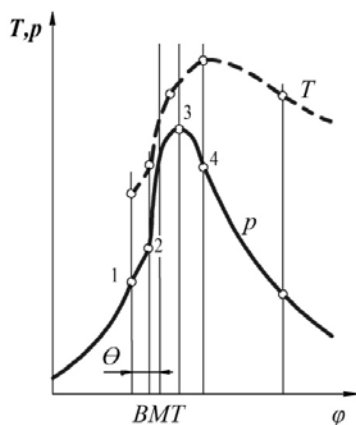


Рис. 4.38. Индикаторная диаграмма дизельного двигателя

Период быстрого горения заканчивается уже после прохода поршнем ВМТ. За это время выделяется основная часть тепловой энергии – 60–70%. Во второй фазе подача топлива продолжается, поэтому весь цикловой заряд топлива сгореть не успевает. После окончания подачи цикловой порции топлива начинается следующий этап – период медленного горения. Его продолжительность невелика – около 5–10° поворота коленвала. В этой фазе выделяется 20–25% тепловой энергии. Необходимо, чтобы к концу этого периода топливо полностью сгорело. Его догорание на линии расширения при движении поршня от ВМТ крайне нежелательно: оно вызовет повышенную дымность выхлопа (сизый или серо-сизый дым) и резкое возрастание содержания токсичных веществ в выхлопных газах.

Таким образом, для того чтобы двигатель развивал максимальную мощность и расходовал на это минимум топлива, необходимо, чтобы максимум давления в цилиндре (точка 3) наступал

после перекладки поршня. Это условие обеспечивает угол опережения впрыска топлива.

Перекладка поршня – это перемещение поршня в пределах зазора между цилиндром и поршнем при изменении направления действия боковой силы.

Угол опережения зажигания – это геометрический угол в градусах поворота коленчатого вала двигателя между началом подачи топлива в цилиндр и ВМТ в этом цилиндре.

Влияние угла опережения впрыска топлива на показатели работы дизельного двигателя представлено на рис. 4.39.

Анализ данных графиков на рис. 4.39 показывает, что при раннем впрыске сгорание начинается и заканчивается быстрее, поэтому температура отработавших газов уменьшается с ростом угла опережения. Из-за отмеченных задержек воспламенения при раннем впрыскивании в начальной стадии горения участвует большее количество топлива, вследствие чего максимальное давление сгорания повышается. При начале впрыскивания топлива после ВМТ, хотя T_i и увеличивается, максимальное давление сгорания снижается, так как начальная стадия горения происходит при возрастающем объеме цилиндра (поршень движется к НМТ). Удельный расход топлива имеет явно выраженный минимум и соответствующий углу опережения впрыскивания топлива $\varphi_{оп}$. Минимальное значение b_e наблюдается при своевременном и полном сгорании топлива. Ему соответствует максимальное значение суммы работ расширения и сжатия. С увеличением угла опережения впрыскивания до ВМТ работа сжатия возрастает (по абсолютному значению), а работа расширения после некоторого увеличения снижается. В дизелях с объемным смесеобразованием полное сгорание обычно происходит, если к моменту появления пламени длина струи топлива соответствует размерам камеры сгорания. При этом скорость движения струи должна быть согласована со скоростью вращения движущегося в камере сгорания воздуха. При раннем впрыскивании топлива растут температура деталей ЦПГ, потери теплоты с охлаждающей водой, средняя и максимальная

скорости нарастания давления. Угол опережения впрыскивания топлива устанавливают исходя из условия высокого КПД при допустимых значениях максимального давления сгорания и «жесткости» работы дизеля.

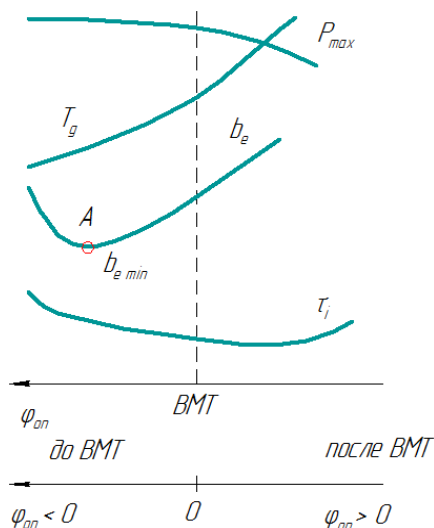


Рис. 4.39. Регулировочная характеристика дизельного двигателя по углу опережения впрыска топлива:

$P_{\max}$ – максимальное давление сгорания; T_g – температура отработавших газов; b_e – удельный расход топлива; τ_i – период задержки самовоспламенения

Угол опережения впрыска топлива на дизельном двигателе является важнейшим параметром, обеспечивающим мощностные и топливные показатели. Любое отклонение угла в сторону опережения или запаздывания приводит к изменению индикаторных и эффективных показателей работы дизельного двигателя. Планово-предупредительной системой технического обслуживания автомобилей предусмотрена проверка и регулировка угла опережения впрыска в объеме работ по ТО-2 автомобилей. Порядок выполнения лабораторной работы и основные технические условия представлены в табл. 4.11.

Таблица 4.11

**Порядок проверки и регулировки угла опережения
впрыска топлива**

№ п/п	Операции, технические условия и указания	Оборудование, приспособления и инструменты
1	2	3
1	Установить автомобиль на пост	Осмотровая канава
2	Включить нейтральную передачу и затормозить автомобиль с помощью стояночного тормоза	—
3	Поднять кабину в верхнее положение, чтобы обеспечить доступ слесаря к верхней части двигателя	—
4	Проверить коленчатый вал ломиком за отверстие на маховике (через люк в нижней части картера сцепления) до совмещения меток А и Б (рис. 4.40) на корпусе топливного насоса высокого давления и автоматической муфте опережения впрыска топлива. При этом метка В также должна быть видна	Ломик
5	Проверить коленчатый вал двигателя на пол-оборота против хода вращения (по часовой стрелке, если смотреть со стороны маховика)	Ломик
6	Установить фиксатор маховика в нижнее положение и проверить коленчатый вал по ходу вращения до тех пор, пока фиксатор не войдет в паз маховика. Если в этот момент метки на корпусах топливного насоса и автоматической муфты совместились, то угол опережения впрыска установлен правильно	Ломик, электролампа переносная
7	Перевести фиксатор в верхнее положение	Гаечный ключ 17 мм ломик
8	Если метки не совместятся, то необходимо проводить следующие операции: — ослабить верхний болт ведомой полумуфты привода, повернуть коленчатый вал по ходу вращения и ослабить второй болт; — развернуть муфту опережения впрыска топлива за фланец ведомой полумуфты привода в направлении, обратном ее вращению, до упора болтов в стенке пазов (рабочее направление вращения муфты правое, если смотреть со стороны привода); — опустить фиксатор в нижнее положение и повернуть коленчатый вал двигателя по ходу вращения до совмещения фиксатора с пазом маховика;	Электролампа переносная, гаечный ключ 17 мм, ломик

1	2	3
	– повернуть муфту опережения впрыска топлива за фланец ведомой полумуфты привода в направлении вращения до совмещения меток на корпусах насоса и муфты опережения впрыска; – закрепить верхний болт полумуфты привода, установить фиксатор в верхнее положение, повернуть коленчатый вал и закрепить второй болт. Проверить правильность установки угла опережения впрыска, как указано в п. 6 и 7	

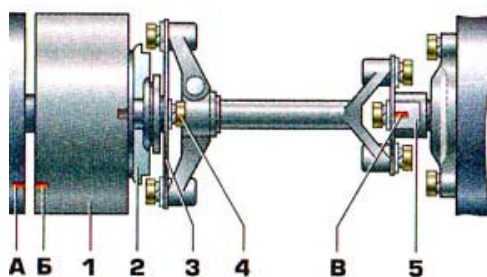


Рис. 4.40. Привод муфты опережения впрыска топлива на автомобиле КамАЗ:

А – метка на корпусе ТНВД; Б – метка на муфте опережения впрыска; В – метка на заднем фланце ведущей полумуфты привода; 1 – автоматическая муфта опережения впрыска топлива; 2 – ведомая полумуфта привода; 3 – фланец ведомой полумуфты привода; 4 – болт; 5 – задний фланец ведущей полумуфты привода

Контрольные вопросы

1. Дайте определение угла опережения впрыска топлива.
2. Физический смысл необходимости опережения впрыска.
3. Что такое перекадка поршня?
4. Перечислите последствия раннего угла опережения зажигания.
5. К чему приводит поздний угол опережения зажигания?

6. Опишите технологический процесс проверки угла опережения зажигания.

7. Опишите технологический процесс регулировки угла опережения зажигания.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11

Ремонт поврежденных протектора шин методом холодной вулканизации

Рабочее место: лаборатория ТО и ремонта шин.

Инструмент: шинный шабер, щетка латунная, щетка кокосовая, мел, линейка, бормашина низкооборотистая с набором абразивного инструмента, бормашина высокооборотистая с набором абразивного инструмента, колпачковый нож, прикаточный ролик, экстрадер, пылесос, кисть, ножницы, защитные очки, шило.

Исполнитель: слесарь 3-го разряда.

Трудоемкость: 12 чел.-мин.

Общие сведения. Самым распространенным повреждением шины является прокол или порез протекторной части, т.к. протектор непосредственно соприкасается с дорогой.

Благодаря ремонтным материалам можно восстановить до 70% шин, получивших повреждения в дороге. Затраты на ремонт зависят от размера повреждения и составляют 5–10% от стоимости новой шины.

Современная технология позволяет производить быстрый и надежный ремонт всех основных видов повреждений радиальных и диагональных шин. Ремонту подлежат повреждения на беговой дорожке, боковине и плече шин. При этом используется метод горячей и холодной вулканизации. Метод холодной вулканизации позволяет в течение нескольких минут качественно отремонтировать камеру или шину. Для выполнения холодного ремонта поврежденных автомобильных шин используются следующие материалы.

Заплаты для ремонта камер – изготавливаются 14 различных размеров (рис. 4.41, а). Ими можно отремонтировать дефекты камер в течение нескольких минут без нагрева и оборудования. Заплаты используются для ремонта камер из натурального

и синтетического каучука. Заплаты имеют по краям зигзагообразную каемку из вулканизированной резины и активного слоя, благодаря чему при ремонте достигается большая поверхность сцепления. Заплаты соединяются с поверхностью камер без заметного перехода (шва), что положительно влияет на надежность ремонта. Используют также вентиль-заплаты.



Рис. 4.41. Номенклатура расходных материалов для холодного ремонта шин

Вулканизирующая жидкость применяется для ремонта камер и взаимодействует с активным слоем заплаты, в результате чего и происходит процесс холодной вулканизации (см. рис. 4.41, б). Эта вулканизация долговечна, температуро- и бензиноустойчива.

Спеццемент BL применяется для специальной обработки поверхности дефектов и материалов, применяемых при ремонте шин способом холодной вулканизации (см. рис. 4.41, в).

Химический очиститель «Ликвид Баффер» – этот раствор разработан для быстрой и качественной подготовки дефектов камер и шин к ремонту и используется в основном в шиноремонтных мастерских (см. рис. 4.41, г).

Грибки – предназначены для профессионального ремонта камерных и бескамерных шин при небольших повреждениях на беговой дорожке и позволяют получить значительную экономию времени при ремонте (см. рис. 4.41, д). Резиновый стержень гриб-

ков твердостью 45° по Шору не является инородным телом для шины, так как материал шины имеет такую же твердость.

Диагональные пластыри применяются для ремонта сквозных повреждений с нарушением целостности корда диагональных шин (см. рис. 4.41, *з*). Они изготавливаются различных размеров и предназначены для ремонта способом горячей и холодной вулканизации. Для всех видов шин разработаны 4 группы пластырей: для легковых и грузовых автомобилей, колесных тракторов, внутризаводского транспорта и дорожно-строительных машин. При этом пластыри больших размеров изготавливаются в бомбированном виде, то есть их профиль соответствует профилю шины.

Все пластыри предварительно провулканизированы, за исключением тонкого (0,4 мм) активного голубого слоя. Пластыри, благодаря применению предварительно вытянутого термофиксированного нейлонового корда для отдельных усилительных слоев, являются очень прочными и в то же время гибкими. Благодаря специальной конструкции у диагональных пластырей минимум 6 слоев корда, причем самые широкие и длинные слои прилегают к каркасу шины, что имеет решающее значение для ее надежного ремонта. Диагональные пластыри используются для ремонта как вязкозных, так и нейлоновых каркасов шин. В конструкции диагональных пластырей для шин дорожно-строительной техники направление нитей корда точно согласовано с углом пересечения нитей каркаса шин. Этот угол составляет 80° на беговой дорожке и 70° на боковине шины.

Радиальные пластыри применяются для ремонта сквозных повреждений радиальных шин с нарушением корда (см. рис. 4.41, *ж*). Конструктивной особенностью этих пластырей является то, что они воспринимают нагрузку на всем участке от кромки борта до середины беговой дорожки. Достаточно длинный и одновременно тонкий пластырь исключает увеличение жесткости боковой стенки в месте ремонта, что положительно сказывается на качестве и надежности ремонта радиальных шин. Радиальные пластыри изготовлены из особенно прочного, мало растягивающегося вязкозного корда. Для ремонта повреждений на беговой дорожке радиальных шин применяются также радиальные пластыри, имеющие почти квадратную форму.

Вулкомпаунд А+В предназначен для ремонта повреждений резины любых шин способом холодной вулканизации.

Универсальные пластыри предназначены для экспресс-ремонта бескамерных шин с размерами повреждений от 3 до 8 мм без нарушения нитей корда. При помощи универсального пластыря восстанавливается герметичность бескамерной шины в местах, где невозможен ремонт жгутиком, спецжгутиком или грибком (боковина, плечо и т. д.).

Технологический процесс ремонта повреждения протектора с использованием ремонтного грибка представлен в табл. 4.12.

Таблица 4.12

Технологический процесс установки ремонтного грибка

№ п/п	Операции, технические условия и указания	Оборудование, приспособления и инструменты
1	2	3
1	Осмотреть шину и проверить ее на герметичность для определения мест повреждений	—
2	Произвести маркировку места повреждения, демонтировать шину с диска и определить с помощью спирального шила его направление и размеры. Установка грибка возможна, если угол наклона канала повреждения относительно внутренней поверхности шины составляет $90 + 10^\circ$	Мел, шило
3	Проверить общую ремонтпригодность шины. Исследовать ее на наличие скрытых дефектов	—
4	Определить размер повреждения на внутренней и внешней стороне шины. При подборе грибков строго соблюдать места их установки и размеры повреждений (рис. 4.42)	—
5	Обработать канал повреждения соответствующей борфрезой, соблюдая направление повреждения, сначала изнутри шины, затем с внешней стороны. Борфреза должна при этом входить в канал повреждения с небольшим усилием. Обработку, меняя диаметр фрез, необходимо производить до тех пор, пока вокруг повреждения и в его канале не останется трещин и других дефектов.	Шинный шабер, щетка латунная, щетка кокосовая, мел, линейка, бормашина низкооборотистая с набором абразивного инструмента, бормашина высокооборотистая с набором абразивного инструмента, прикаточный ролик, пылесос, кисть, ножницы, защитные очки, шило
6	Тщательно зачистить с внутренней стороны шины вокруг места повреждения участок диаметром на 5–10 мм больше, чем шляпка грибка. При этом необходимо полностью удалить рыхлый герметичный слой до плотной резины	

1	2	3
7	Удалить пыль пылесосом. На зачищенную под шляпку грибка поверхность нанести слой спец-цемента ВЛ и просушить в течение 10 мин (при пробе тыльной стороной пальца должно ощущаться легкое прилипание)	—
8	Канал повреждения тщательно смазать спец-ментом ВЛ. При этом не допускать попадания клея на уже покрытую им под шляпку грибка поверхность шины. Вставить штифт грибка в канал повреждения изнутри шины и, захватив его плоскогубцами, вытянуть наружу до выхода резиновой части грибка на 10–15 мм над поверхностью шины, затем, захватив резиновый массив со штифтом, вытянуть до плотного контакта шляпки грибка с поверхностью шины. При установке грибка D-10 пользоваться специальным зондом.	Кисть, плоскогубцы
9	Прикатать шляпку грибка прикаточным роликом. При ремонте бескамерных шин по периметру шляпки и на зачищенную вокруг нее поверхность шины нанести герметик «Иннерлинер Силер». Смонтировать шину на диск, накачать, срезать заподлицо с основной поверхностью шины технологическую часть грибка. Проверить шину на герметичность	Прикаточный ролик, кисть

				
 D-3	3 мм	3 мм	—	—
 D-6	6 мм	6 мм	6 мм	6 мм
 D-8	—	8 мм	8 мм	8 мм
 D-10	—	—	10 мм	10 мм

Рис. 4.42. Максимальные диаметры грибков для различных шин

Контрольные вопросы

1. Холодный метод вулканизации и его особенности.
2. Перечислите основные виды ремонтных пластырей и их отличия.

3. Перечислите основные виды и назначение ремонтных материалов для холодного ремонта шин.

4. В каких случаях для ремонта повреждения протектора можно использовать грибок?

5. Какие инструменты, оборудование и материалы необходимы для ремонта шины с использованием грибка?

6. Перечислите основные этапы установки грибка в шину.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12

Замена моторного масла в двигателе автомобиля

Рабочее место: автомобиль ВАЗ-2109.

Инструмент: ключ гаечный 17 мм, специальный ключ для масляного фильтра, емкость для отработанного масла, установка для раздачи масла, установка для слива/откачки масла.

Исполнитель: слесарь 3-го разряда.

Трудоемкость: 20 чел.-мин.

Общие сведения. В процессе эксплуатации, под воздействием высоких температур и экстремальных нагрузок, свойства моторного масла изменяются. При несвоевременной замене масло не может в полной мере выполнять свои функции. Поэтому если не производить замену масла, то существует вероятность возникновения проблем с двигателем и увеличения расхода топлива.

Функции моторного масла:

1. Обеспечивает смазывание. Уменьшает трение в узлах двигателя, предотвращает износ деталей.

2. Обеспечивает герметизацию. Предотвращает потерю энергии, заполняя зазоры между поршнем и цилиндром.

3. Охлаждает. Препятствует расширению трущихся деталей двигателя, что предотвращает заклинивание.

4. Очищает детали двигателя. Предотвращает образование вредных отложений, появляющихся при сгорании топлива.

5. Уменьшает коррозию. Нейтрализует кислоты и связывает влагу, образующуюся при окислении масла и сгорании топлива.

Замену масла осуществляют в те сроки, которые рекомендует производитель автомобиля в сервисной книжке, а при использо-

вании масел, не рекомендованных заводом-изготовителем, – в соответствии с инструкцией по применяемому маслу.

Факторы, способствующие снижению рекомендованного производителем срока замены масла:

1. Пыльные дороги.
2. Длительно действующие низкие температуры.
3. Поездки на короткие расстояния (обычно в городе, режим «старт-стоп»).
4. Частая или длительная работа на холостом ходу («пробки»).
5. Редкое использование автомобиля.
6. Буксировка прицепа или частая езда на максимально нагруженном автомобиле.
7. «Соленые» дороги.

При выборе моторного масла необходимо учесть и точно соотнести тип автомобиля, условия эксплуатации и качественные характеристики масла (вязкость, эксплуатационные свойства). При этом можно воспользоваться следующей таблицей (рис 4.43) [30]:

- от -30°C и ниже 0W;
- от -20 до -25°C 5W;
- от -15 до -20°C 10W;
- от -0 до -15°C 15W;
- от $-$ до -10°C 20W до -5°C 25W.

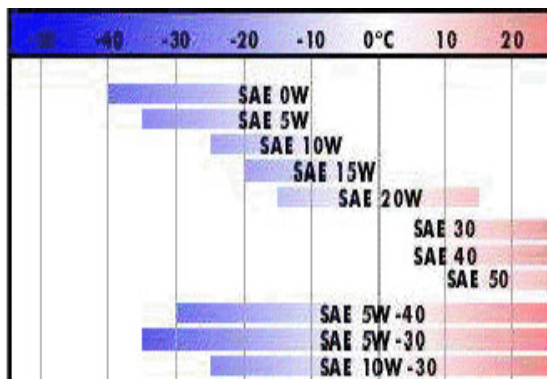


Рис. 4.43. Определение класса вязкости по международной классификации SAE

Нормы, которые определяют базовые нормативы при испытаниях, проводимых на двигателях:

Нормы API (Американский институт нефтепродуктов) были разработаны в результате новых конструкторских потребностей американских автомобилей. Каждая новая норма ужесточает требования, предъявляемые к маслу. На сегодняшний день самой высокой нормой является API SJ (для бензиновых двигателей) и API SF (для дизельных двигателей).

Нормы ACEA (Ассоциация изобретателей европейских автомобилей). В технологическом процессе при замене моторного масла применяют два способа удаления масла из двигателя: 1 – слив через сливную пробку (самотеком); 2 – вакуумный отбор (рис. 4.44).



Рис. 4.44. Установка для слива/откачки масла

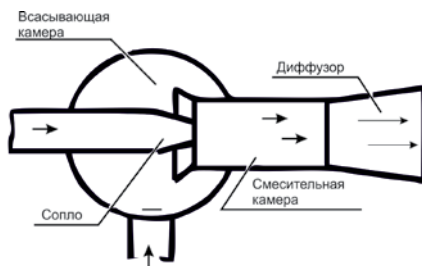


Рис. 4.45. Схема эжектора

Установка состоит из резервуара со смонтированным эжекционным устройством, манометром и набором гибких и прямых адаптеров (щупов).

При подсоединении адаптера (щупа) к отверстию для контроля уровня масла эжекционным устройством создается разрежение, величина которого такова, что позволяет откачивать масло непосредственно из поддона двигателя. **Эжектор** (фр. *ejecter* – выбрасывать) – это устройство, в котором происходит передача кинетической энергии от одной среды, движущейся с большей скоростью, к другой (рис. 4.45).

В качестве энергоносителя для создания разрежения в накопительной бочке используется сжатый воздух (6,5–7 бар). Нет не-

обходимости в непрерывной подаче воздуха. Достаточно подсоединить воздушную магистраль и создать в емкости необходимое разрежение, контролируемое по манометру. После этого шланг воздушной магистрали отсоединяют, установку подкатывают к месту проведения работ и производят отбор масла.

Плюсы: быстро, не нужен подъемник или яма, если нарушена сливная пробка.



Рис. 4.46. Установка для раздачи масла

Минус: не всегда и не во всех моделях автомобилей выбирает все масло.

Раздача масла осуществляется при помощи маслораздаточного оборудования.

Пневматическое маслораздаточное оборудование предназначено для быстрого дозированного распределения всех видов масел из стандартной тары, обеспечивая полный учет и контроль. В комплект мобильной установки (рис. 4.46) входят: тележка (под емкости 60 и 180–200 л), пневматический насос, закрепленный на тележке, шланг с пистолетом для раздачи и счетчик расхода масла (механический или электронный).

Процессы замены масла в двигателе автомобиля № 1 и № 2 представлены в таблицах 4.13 и 4.14.

Таблица 4.13

Технологический процесс замены масла в двигателе автомобиля способом № 1

№ п/п	Операции, технические условия и указания	Оборудование, приспособления и инструменты
1	2	3
1	Установить автомобиль на ровной горизонтальной площадке, над смотровой канавой или подъемнике	—
2	Прогреть двигатель до рабочей температуры	—
3	Подставить емкость для слива отработанного масла, отвернуть сливную пробку на картере (рис. 4.47) и слить масло. Затем завернуть сливную пробку	Емкость для отработанного масла, гаечный ключ 17 мм, установка для слива (см. рис. 4.47)

4	Отвернуть масляный фильтр (рис. 4.48). Смазать уплотнительное кольцо нового фильтра моторным маслом (рис. 4.49). Перед установкой масляного фильтра рекомендуется залить в него моторное масло. Завернуть новый фильтр руками без использования инструмента	Специальный ключ
5	Повернуть крышку маслозаливной горловины на 90° против часовой стрелки и снять ее (рис. 4.50)	—
6	Залить новое масло, проверяя его уровень по указателю (щупу)	Установка для раздачи масла
7	Вынуть указатель (щуп), протереть его чистой тряпкой и снова вставить указатель (щуп) на место до упора. Вынуть указатель (щуп). Уровень масляной пленки на щупе должен находиться между метками MIN и MAX (рис. 4.51). Если уровень масла приближается к метке MIN или ниже ее, долить масло	Обтирочный материал
8	Затем запустить двигатель и дать ему поработать на холостом ходу несколько минут. Заглушить двигатель, через 5–6 мин проверить уровень масла и при необходимости долить масло	—



Рис. 4.47. Сливная пробка на картере



Рис. 4.48. Снятие масляного фильтра



Рис. 4.49. Масляный фильтр

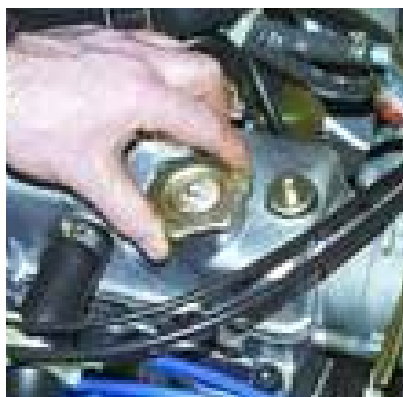


Рис. 4.50. Маслозаливная крышка

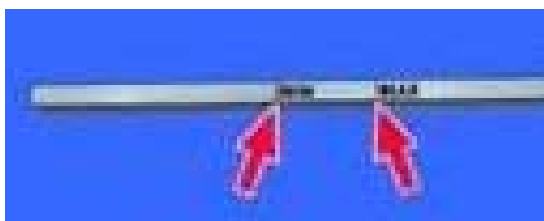


Рис. 4.51. Указатель уровня масла

Таблица 4.14

**Технологический процесс замены масла
в двигателе автомобиля способом № 2**

№ п/п	Операции, технические условия и указания	Оборудование, приспособления и инструменты
1	К автомобилю подкатить универсальную передвижную установку	Установка для слива/откачки масла
2	Подсоединить адаптер (щуп) к отверстию для контроля уровня масла, откачать масло из двигателя (рис. 4.52). Выполнить операции 4–8 из табл. 4.13	Набор прямых адаптеров (щупов)

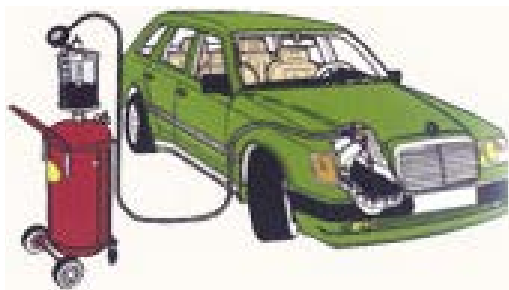


Рис. 4.52. Удаление масла из двигателя

Контрольные вопросы

1. Какие неисправности возможны при несвоевременной замене масла?
2. Периодичность замены масел.
3. Опишите процесс замены масла в двигателе.
4. Перечислите основные функции масла.
5. Назовите факторы, способствующие снижению рекомендованного производителем срока замены масла.
6. По каким характеристикам различают масла?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13

Смазка подшипниковых узлов с использованием централизованной системы смазки

Рабочее место: автомобиль КамАЗ-55111.

Инструмент: ключи 10, 12 и 14 мм, электродрель, сверло 8 мм.

Исполнитель: слесарь 2-го разряда.

Трудоемкость: 5 чел.-мин.

Общие сведения. Существующий порядок ТО предписывает выполнение смазочных работ в межсменное время на неработающей машине. Однако более целесообразным считается периодическое введение смазочного материала малыми дозированными порциями при работе агрегатов. Помимо экономии времени такой режим выполнения сервисной операции способствует **повыше-**

нию долговечности узлов и деталей. Происходит это главным образом за счет компенсации выдавливания смазки при изменении нагрузки, а образующийся вдобавок масляный «воротничок» служит эффективным препятствием проникновению в зону трения пыли, грязи и влаги [30].

Централизованная смазка – это объединение нескольких смазочных точек (в основном находящихся в труднодоступных местах) в одну группу, при этом подача смазочного материала к ней осуществляется от одной точки (доступной) [31].

Преимущества централизованной смазки над ручной:

– надежно обеспечивает смазкой трущиеся пары согласно потребности;

– исключает возможность попадания загрязнений в пару трения;

– сокращает время на проведение технического обслуживания;

– сокращает расход запасных частей и ГСМ;

– облегчает и упрощает труд слесаря;

– обеспечивает экономию энергоресурсов.

Кроме того, применение системы централизованной смазки существенно повышает долговечность таких узлов, как шкворни, пальцы, рулевые тяги, серьги рессор, опоры подвесок и кабин и т. д. Также устраняется воздействие человеческого фактора (квалификация) на процесс проведения смазочных работ, т. е. слесарю при применении на автомобиле данной системы не требуется накачивать смазку в каждую пресс-масленку (количество которых в некоторых случаях доходит до нескольких десятков), ему необходимо только закачать смазку в одну пресс-масленку, а в некоторых системах централизованной смазки возможен контроль за окончанием процесса смазки, что еще более упрощает работу.

Применение централизованных систем смазки снижает трудоемкость смазочно-заправочных операций ТО на несколько порядков. Это достигается за счет того, что данные системы базируются на принципе соединения нескольких смазочных точек и одновременной подачи смазочного материала ко всем этим точкам. Централизованная система подачи консистентной смазки состоит из трех обязательных элементов: распределитель, аппаратура для непосредственной подачи к местам смазки и насос.

Также в систему могут вводиться дополнительные элементы: электронные блоки управления и системы контроля. Целесообразность применения дополнительного оборудования рассчитывается исходя из размера обслуживаемой техники и количества точек смазки.

1. Распределители. Распределительные устройства, применяемые при централизованной периодической системе смазки, имеют два назначения: переключение потока смазки с одной магистрали на другую и распределение потока по трубопроводам, связанным с трущимися парами, с одновременным накоплением в распределителе заданной дозы смазки для подачи ее при следующем цикле работы насоса. Распределители последнего типа называются «питателями». Распределительные устройства для консистентной смазки рассчитаны на периодическую подачу смазки.

На рис. 4.53 показан многоотводный распределитель одинарного действия с однолинейным потоком.

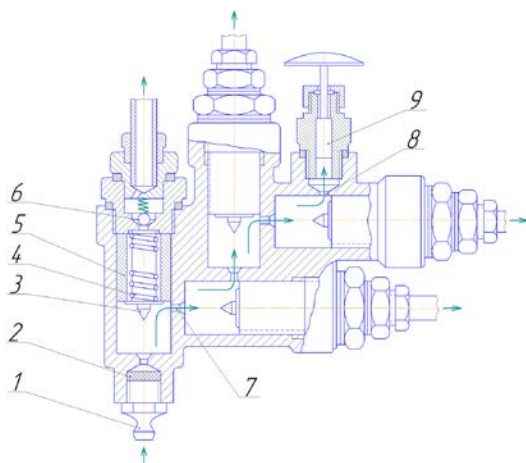


Рис. 4.53. Схема работы многоотводного распределителя

Работа распределителя сводится к следующему: консистентная смазка поступает через пресс-масленку 1, проходит через фильтр 2, открывает игольчатый клапан 3 и перемещает полый поршень 4 вперед, сжимая пружину 5. Смазка, находящаяся с другой стороны полого поршня, открывает клапан 6 и подается

к трущейся паре. Дойдя до конца, поршень 4 прекращает доступ смазки к клапану 6 и одновременно открывает отверстие 7, ведущее к игольчатому клапану второго элемента распределителя.

По заполнении последнего цилиндра смазка проникает через отверстие 8 и поднимает стопорный указатель 9, сигнализируя этим об окончании цикла, т. е. о подаче установленных доз смазки во все трущиеся пары и о заполнении всех цилиндров распределителя. По окончании цикла шприц снимают с пресс-масленки 1 и ставят кнопку указателя 9 в исходное положение. Вследствие падения давления в цилиндрах пружина 5 постепенно возвращает поршень в первоначальное положение, подготавливая распределитель к следующему циклу; при этом смазка проходит по канавке, профрезерованной на периферии поршня.

Еще одной разновидностью последовательных однолинейных питателей является последовательный однолинейный питатель, показанный на рис. 4.54, а. Питатель состоит из набора секций – входной 1, выходной 3 и пакета промежуточных секций 2, уплотненных по стыкам прокладками или уплотнительными кольцами и стянутых шпильками (рис. 4.54, б).

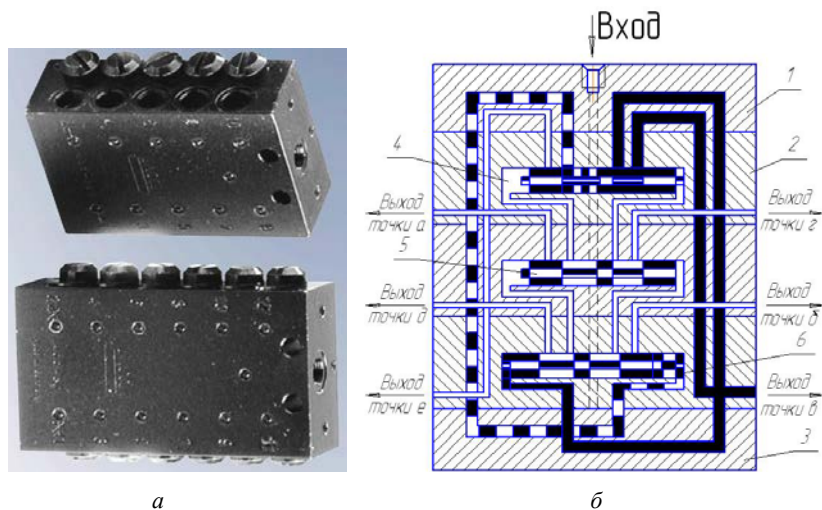


Рис. 4.54. Общий вид однолинейного питателя (а),
схема работы однолинейного питателя (б)

Принцип работы питателя состоит в следующем. Смазочный материал под давлением поступает под левый торец золотника 4. Золотник 4 перемещается влево и вытесняет смазочный материал из-под своего левого торца к левому торцу золотника 5. Перемещаясь, золотник 4 открывает линию выхода точки *е*. Золотник 5 перемещается влево под давлением, вытесняет смазочный материал из-под своего левого торца к левому торцу золотника 6, при этом открывая линию выхода в точку смазки *а*. Золотник 6 под давлением смазочного материала перемещается влево и открывает выход в точку смазки *д*. Смазочный материал, вытесненный из-под левого торца золотника 6, поступает к правому торцу золотника 4.

По окончании хода золотник 4 соединяет полость под правым торцом золотника 5 с напорной линией, вследствие чего золотник 5 перемещается влево и вытесняет смазочный материал в точку смазки *б*. При этом золотник 5 соединяет полость под правым торцом золотника 6 с напорной линией. Золотник 6 также перемещается влево и подает дозу смазочного материала в отвод *в*. По окончании перемещения влево золотник 6 соединяет с напорной линией полость под левым торцом золотника 1. После этого движение золотников продолжается в противоположном направлении, и дозы смазочного материала последовательно подаются в отводы *в*, *г*, *б*. Движение золотников продолжается до тех пор, пока не прекратится подача смазочного материала на вход блока. Установлено, что блок питателей совершает полный цикл, когда все золотники, входящие в него, произведут движение в обе стороны.

Подача смазки в распределитель может осуществляться солидолонагнетателем, а также насосом с различным приводом.

Насосы бывают с ручным приводом, пневматические или электрические. При обслуживании автомобилей наиболее целесообразно применение электрического насоса. Принципиальная схема показана на рис. 4.55.

Червячное колесо 1, приводимое в действие валом червяка, имеет на своей торцевой стороне два поводка с пазами, которые зацепляются крестовиной 2. Два других паза крестовины зацепляются поводками кулачной шайбы и приводят кулачную шайбу

Направление перемещения поршня

S

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

R, N, D

На наружной поверхности кулачной шайбы имеется кулачок, который в процессе вращательного движения оказывает поочередное ударное действие на расположенные по окружности на соса шесть установочных шпинделей 6, вызывая тем самым каждый раз выполнение одного всасывающего хода поршня. Элемент подачи при этом подает смазку в камеру всасывания насоса S. На внутренней поверхности кулачной шайбы расположены шесть кулачков. При выполнении вращательного движения кулачки кулачной шайбы оказывают ударное действие на нагнетательный кулачок 7, за счет чего поршень каждый раз выполняет один нагнетательный ход. В насосах, содержащих до шести выпусков, поршень имеет три вертикальные канавки N, которые заканчиваются в кольцевом канале R. При выполнении всасывающего хода смазка подается из камеры всасывания S в вертикальные канавки поршня и оттуда в кольцевые каналы R. При выполнении нагне-

тательного хода смазка подается из кольцевого канала через вертикальную канавку в нагнетательный канал D.

Установка централизованной системы смазки и технологический процесс смазки подшипниковых узлов представлены в табл. 4.15.

Таблица 4.15

Технология смазывания агрегатов автомобиля с использованием централизованной системы подачи консистентной смазки

№ п/п	Операции, технические условия и указания	Оборудование, приспособления и инструмент
1	Установить автомобиль на пост	—
2	На основе химмотологической карты определить с количеством точек смазки. Карта смазки автомобиля КамАЗ представлена на рис. 4.56	—
3	Подобрать распределитель (питатель) с необходимым числом выходов и закрепить его на днище автомобиля таким образом, чтобы расстояние до точек смазки было примерно одинаковым	Электродрель, сверло 8 мм, ключ 10 мм
4	Демонтировать пресс-масленки с тех точек, которые будут смазываться централизованно. Установить вместо пресс-масленок угловой резьбовой штуцер (рис. 4.57, а). Присоединить к угловому штуцеру винтовую гильзу и шланговый штуцер (рис. 4.57, б)	Ключи 10, 12 и 14 мм
5	На каждый выход распределителя установить прямой резьбовой штуцер (рис. 4.57, в), винтовую гильзу и шланговый штуцер	Ключи 10, 12 и 14 мм
6	Соединить выходы распределителя с соответствующими точками смазки с помощью трубопровода высокого давления (рис. 4.57, г)	Ключи 10, 12 и 14 мм
7	Установить в легкодоступном месте (например, бампер автомобиля) ниппельный блок (рис. 4.57, д). Присоединить к нему прямой резьбовой штуцер, винтовую гильзу и шланговый штуцер. Соединить ниппельный блок с входом распределителя с помощью трубопровода высокого давления	Электродрель, сверло 8 мм, ключи 10, 12 и 14 мм
8	Подсоединить к пресс-масленке ниппельного блока подающую магистраль насоса консистентной смазки. Включить насос	—
9	Визуально проконтролировать попадание смазки в агрегаты. Отсоединить насос от распределителя	—

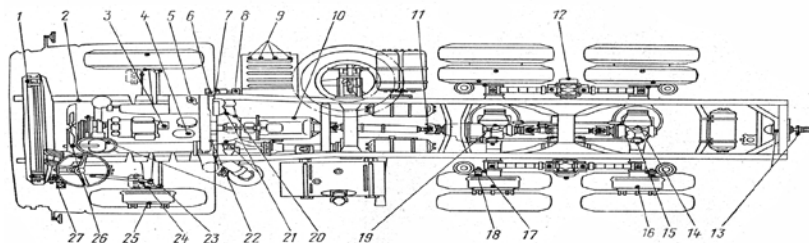


Рис. 4.56. Схема точек смазки автомобиля КамАЗ-55111:

1 – ось передней опоры кабины; 2 – пальцы передних рессор; 3 – муфта опережения впрыска топлива; 4 – бак насоса гидроусилителя рулевого управления; 5 – система охлаждения; 6 – картер двигателя; 7 – предохранитель от замерзания; 8 – выключатель аккумуляторных батарей; 9 – клеммы аккумулятора; 10 – картер коробки передач; 11 – ширина карданных валов; 12 – башмаки балансира; 13 – стемель крюка тягово-сцепного устройства; 14 – картер заднего моста; 15 – шарниры реактивных штанг; 16 – подшипники ступиц; 17 – регулировочные рычаги тормозных механизмов; 18 – втулки валов разжимных кулаков; 19 – картер промежуточного моста; 20 – подшипник муфты включения сцепления; 21 – подшипник вала вилки выключения сцепления; 22 – опоры передней и промежуточной тяг привода дистанционного управления; 23 – шарниры рулевых тяг; 24 – шкворни поворотных кулаков; 25 – подшипники ступиц колес переднего моста; 26 – трос крана управления делителем; 27 – гидропривод выключения сцепления

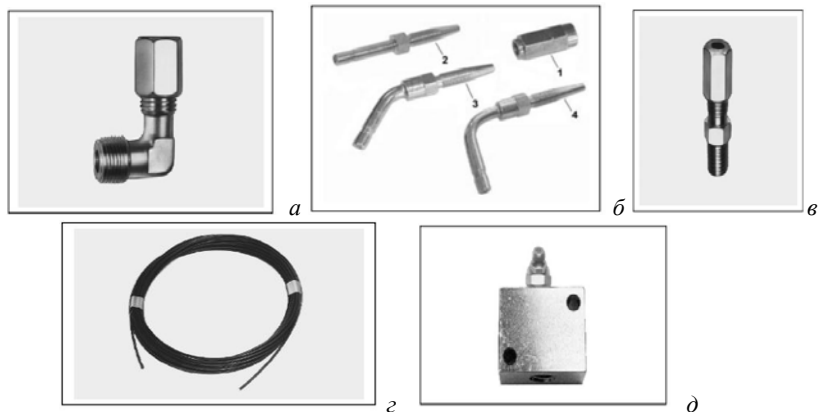


Рис. 4.57. Элементы централизованной системы смазки

Контрольные вопросы

1. Сущность централизованной системы смазки и ее назначение в системе ТО и ремонта автомобилей.
2. Назовите основные преимущества централизованной системы смазки.
3. Из каких элементов состоит централизованная система смазки?
4. Принцип работы распределителя централизованной системы смазки.
5. Перечислите виды насосов для подачи пластичной смазки и принципы их работы.
6. Порядок установки централизованной системы смазки на автомобиль.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 14

Проверка и регулировка натяжения приводных ремней двигателя

Рабочее место: двигатель Д-240.

Инструмент: ключи гаечные 32 мм, 10 мм, 13 мм.

Исполнитель: слесарь 3-го разряда.

Трудоемкость: 14 чел.-мин.

Общие сведения. В современных автомобилях передача энергии от двигателя вспомогательным устройствам, таким как жидкостный насос, компрессор, генератор, насос гидроусилителя, привод ГРМ, производится с помощью ременной передачи. При необходимости синхронности вращения двигателя с устройством, например с приводом ГРМ, передача осуществляется с помощью зубчатого ремня, в остальных случаях чаще всего – с помощью клинового ремня.

Преимущества ременной передачи: надежность работы на больших скоростях, бесшумность, предельность нагрузки (для клиновых ремней), защищающая остальные части передачи от перегрузки, возможность передачи усилия на большие расстояния, простота, относительно низкая первоначальная стоимость.

Эти качества ременной передачи проявляются в полной мере только при ее правильной эксплуатации.

Основным условием эффективной и долговременной работы ременной передачи является правильный выбор и постоянство натяжения ремня, обеспечивающее необходимое трение между ремнем и шкивами, за счет которого происходит передача энергии с ведущего шкива на ведомый шкив. С увеличением натяжения тяговая способность клинового ремня повышается, а долговечность его резко падает.

В передачах без специальных устройств натяжения, таких как двигатель – генератор, двигатель – насос гидроусилителя и т.д., натяжение создается за счет предварительной упругой деформации ремня, меняющейся в процессе эксплуатации, причем чем длиннее ремень, тем больше он подвержен вытяжке.

Очевидно, что от качества и надежности работы ременных передач автомобиля зависит надежность и безаварийность работы автомобиля в целом.

Современные технологии технического осмотра, технического обслуживания, ремонта, диагностирования, проверки технического состояния транспортных средств содержат нормативы предварительной упругой деформации ремней и предусматривают инструментальный контроль проверки натяжения ремней автомобиля.

В таблице 4.16 перечислены участки, на которых производится контроль натяжения ремней, контрольные усилия на ремень и прогибы ремней для различных автомобилей, приведенные в заводских технологиях технического обслуживания и ремонта.

Планово-предупредительной системой технического обслуживания автомобилей предусмотрена проверка и регулировка натяжения ремней в объеме работ ТО-2.

Предварительное натяжение F_0 ветви ремня или комплекта ремней в ньютонах для номинального режима вычисляют по формуле:

$$F_0 = \frac{850 P_0 \cdot K_2}{v_0 \cdot K_1 \cdot Z} + m_{\Pi} \cdot v_0^2, \quad (4.1)$$

где P_0 – мощность, передаваемая приводом, кВт ($P_0 = 5,5$ кВт);

v_0 – линейная скорость ремня, м/с ($v = 22$ м/с);
 m_{Π} – масса погонной длины ремня, кг/м ($m_{\Pi} = 0,084$ кг/м);
 K_1 – коэффициент, зависящий от угла обхвата ($K_1 = 0,96$);
 K_2 – коэффициент, учитывающий характер нагрузки ($K_2 = 1$);
 z – число ремней ($z = 2$).

Общее усилие Q в ньютонах (рис. 4.58), действующее на натяжной ролик при регулировании натяжения ремня, вычисляют по формуле:

$$Q = 2z \cdot F_0 \cdot \cos \frac{\beta}{2}, \quad (4.2)$$

где $\beta = 45^\circ$.

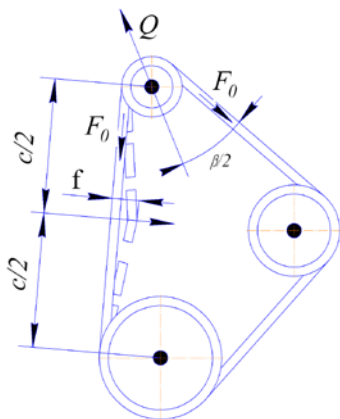


Рис. 4.58. Схема действия сил на ремень и натяжной ролик

Прогиб ремня f определяется по формуле:

$$f = a \cdot c, \quad (4.3)$$

где $a = 4,1 \dots 5,9 \cdot 10^{-2}$;

c – межцентровое расстояние ($c = 0,37$ м).

Тогда сила воздействия на ремень F_1 (рис. 4.59) при определении его прогиба равна:

$$F_1 = F_0 \cdot b \cdot \frac{2f}{c}, \quad (4.4)$$

где b – коэффициент, зависящий от упругости ремня ($b = 2,6$).

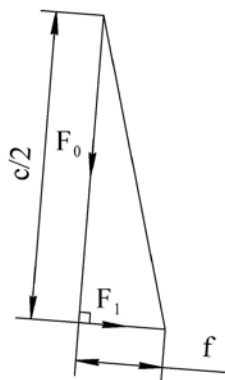


Рис. 4.59. Общий вид прибора
для проверки натяжения ремней ППНР-100

В настоящее время для проверки натяжения ремней наиболее часто применяется прибор ППНР-100.

Прибор состоит из динамометра 1 (рис. 4.60) и насадки-прогибомера 2 (в дальнейшем – прогибомер).

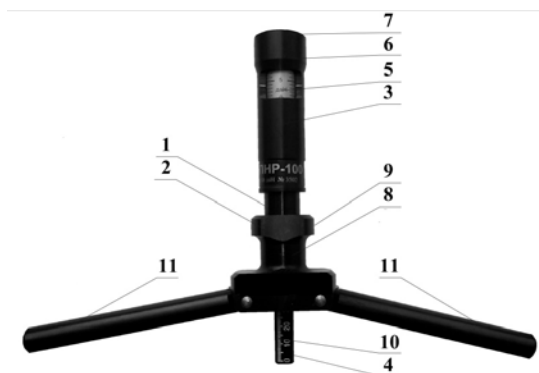


Рис. 4.60. Общий вид прибора для проверки
натяжения ремней ППНР-100

Динамометр состоит из корпуса 3, наконечника 4, шкалы 5, упора 6 и регулятора усилия 1. Прогибомер состоит из регулятора усилия 7, корпуса 8, узла регулировки трения 9 прогибомера на динамометре, шкалы прогиба 10, стержней 11.

Принцип действия прибора состоит в измерении прогиба ремня в середине между шкивами при приложении к нему заданного усилия. Для исключения необходимости считывания показаний со шкал прибора непосредственно в зоне измерений динамометр выполнен предельным, т.е. сигнализирующим о достижении заранее заданного усилия сжатия, а прогибомер – с запоминанием максимально достигнутого при приложении усилия прогиба ремня.

Порядок выполнения лабораторной работы и основные технические условия представлены в табл. 4.16.

Таблица 4.16

**Порядок проверки и регулировки натяжения ремней прибором
ППНР-100**

№ п/п	Операции, технические условия и указания	Оборудование, приспособления и инструмент
1	2	3
<i>Подготовка автомобиля</i>		
1	Установить автомобиль на пост	—
2	Поднять кабину в верхнее положение, чтобы обеспечить доступ слесаря к передней части двигателя	—
<i>Подготовка прибора к использованию</i>		
3	С помощью винта регулятора усилия 7 по шкале 5 установить воспроизводимое прибором усилие сжатия (расчетное значение F_1) в даН (1 даН = 10 Н)	Отвертка 7810–0967 (ГОСТ 17199–88)
4	Установить прибор на ровную поверхность (поверхность стола) так, чтобы он был ей перпендикулярен, а стержни 11 и корпус прогибомера 8 должны располагаться в одной плоскости. Для регулировки взаиморасположения корпуса 8 и стержней 11	Отвертка 7810–0967 (ГОСТ 17199–88)
5	Нажимать на упор 6 прибора до тех пор пока не сработает динамометр, при этом нулевая риска на шкале 5 прибора должна находиться против нижней поверхности прогибомера (допускается несоответствие отметки шкалы с нижней поверхностью прогибомера более чем на 0,5 мм)	—
<i>Измерение прогиба ремня</i>		
6	Установить прибор стержнями 11 на участок ремня, расположенный в ручьях шкивов между ними, так, чтобы наконечник 4 прибора был направлен на ремень в центре измеряемого участка	—

1	2	3
7	Нажать на упор 6 до характерного щелчка, при этом скорость нажатия на упор 6 динамометра должна быть ориентировочно 0,5 с для достижения нагрузки от нуля до верхнего предела	–
8	Снять прибор со шкивов и по шкале насадки-прогибомера 5 определить прогиб ремня (расчетное значение должно быть примерно равно экспериментальному)	–
9	При несоответствии полученного прогиба ремня с нормативным значением провести регулировку натяжения ремня	–
<i>Регулировка натяжения ремня</i>		
10	Ослабить крепление генератора в трех точках	Гаечные ключи 14, 17 мм
11	Переместив генератор вдоль направляющей, натянуть ремни	Лопатка монтажная 450 мм
<i>Подготовка прибора к хранению</i>		
12	После завершения измерений, динамометр прибора разгружают регулятором усилия 7 до значения 0,2 даН	–

Контрольные вопросы

1. Какие функции выполняет ременная передача при работе поршневого ДВС?
2. Преимущества ременной передачи?
3. Что служит основным условием эффективной и долговременной работы ремня?
4. Рассчитайте прогиб ремня и силу воздействия на ремень при его определении.
5. Опишите принцип действия прибора для определения прогиба ремня ППНР-100.
6. Опишите порядок проверки и регулировки натяжения ремней прибором ППНР-100.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 15

Проверка и регулировка угла опережения впрыска топлива двигателя

Рабочее место: двигатель Д-240.

Инструмент: ключи гаечные 32 мм, 10 мм, 13 мм.

Исполнитель: слесарь 3-го разряда.

Трудоемкость: 14 чел.-мин.

Общие сведения. Процесс сгорания топлива в цилиндре дизельного двигателя наиболее наглядно характеризуется индикаторной диаграммой, показывающей зависимость давления в цилиндре от угла поворота коленчатого вала. Вид индикаторной диаграммы зависит от многих факторов, определяемых конструкцией двигателя (тип камеры сгорания, давление впрыска), режимом работы (частота вращения, температура, угол опережения впрыска), сортом топлива и его фракционным составом. Индикаторная диаграмма дизеля показывает не только зависимость давления и температуры от угла поворота коленчатого вала, но и фазы горения топлива (рис. 4.61).

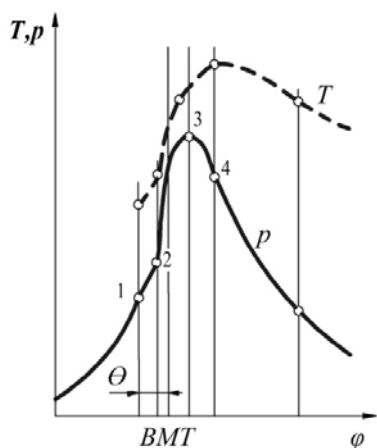


Рис. 4.61. Индикаторная диаграмма дизельного двигателя

Как видно из диаграммы, процесс сгорания состоит из четырех периодов: задержки самовоспламенения (участок 1–2), быстрого горения (2–3), замедленного горения (3–4) и догорания на линии расширения (4 и далее). С момента начала впрыска (точка 1) все физические и химические процессы в камере сгорания ускоряются, возрастают температура и скорость химических реакций и в конечном счете происходит самовоспла-

менение смеси топлива с кислородом воздуха. После точки 2 начинается интенсивный процесс горения и резко повышается давление в цилиндре.

Период быстрого горения заканчивается уже после прохода поршнем ВМТ. За это время выделяется основная часть тепловой энергии – 60–70 %. Во второй фазе подача топлива продолжается, поэтому весь цикловой заряд топлива сгореть не успевает. После окончания подачи цикловой порции топлива начинается следующий этап – период медленного горения. Его продолжительность невелика – около 5–10° поворота коленвала. В этой фазе выделяется 20–25 % тепловой энергии. Необходимо, чтобы к концу этого периода топливо полностью сгорело. Его догорание на линии расширения при движении поршня от ВМТ крайне нежелательно: оно вызовет повышенную дымность выхлопа (сизый или серо-сизый дым) и резкое возрастание содержания токсичных веществ в выхлопных газах.

Таким образом, для того чтобы двигатель развивал максимальную мощность и расходовал на это минимум топлива, необходимо, чтобы максимум давления в цилиндре (точка 3) наступал после перекадки поршня. Это условие обеспечивает угол опережения впрыска топлива [21].

Перекадка поршня – это перемещение поршня в пределах зазора между цилиндром и поршнем при изменении направления действия боковой силы.

Угол опережения зажигания – это геометрический угол в градусах поворота коленчатого вала двигателя между началом подачи топлива в цилиндр и ВМТ в этом цилиндре.

Влияние угла опережения впрыска топлива на показатели работы дизельного двигателя представлено на рисунке 4.62. Анализ данных графиков на рис. 4.62 показывает, что при раннем впрыске сгорание начинается и заканчивается быстрее, поэтому температура отработавших газов уменьшается с ростом угла опережения. Из-за отмеченных задержек воспламенения при раннем впрыскивании в начальной стадии горения участвует большее количество топлива, вследствие чего максимальное давление сгорания повышается. При начале впрыскивания топлива после ВМТ,

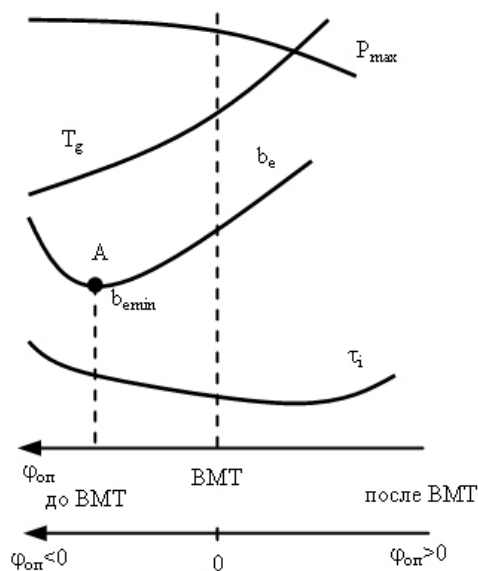


Рис. 4.62. Регулировочная характеристика дизельного двигателя по углу опережения впрыска топлива:

$P_{\max}$ – максимальное давление сгорания; T_g – температура отработавших газов; b_e – удельный расход топлива; τ_i – период задержки топлива

хотя T_i и увеличивается, максимальное давление сгорания снижается, так как начальная стадия горения происходит при возрастающем объеме цилиндра (поршень движется к НМТ). Удельный расход топлива имеет явно выраженный минимум и соответствующий углу опережения впрыскивания топлива $\varphi_{\text{оп}}$. Минимальное значение b_e наблюдается при своевременном и полном сгорании топлива. Ему соответствует максимальное значение суммы работ расширения и сжатия. С увеличением угла опережения впрыскивания до ВМТ работа сжатия возрастает (по абсолютному значению), а работа расширения после некоторого увеличения снижается. В дизелях с объемным смесеобразованием полное сгорание обычно происходит если к моменту появления пламени длина струи топлива соответствует размерам камеры сгорания. При этом скорость движения струи должна быть согласована со ско-

ростью вращения движущегося в камере сгорания воздуха. При раннем впрыскивании топлива растут температура деталей ЦПГ, потери теплоты с охлаждающей водой, средняя и максимальная скорости нарастания давления. Угол опережения впрыскивания топлива устанавливают исходя из условия высокого КПД при допустимых значениях максимального давления сгорания и «жесткости» работы дизеля.

Планово-предупредительной системой технического обслуживания автомобилей предусмотрена проверка и регулировка угла опережения впрыска топлива в объеме работ СТО.

В настоящее время принято два способа установки угла опережения впрыска топлива для дизельных двигателей данного типа: установка по рекомендациям завода-изготовителя (при помощи моментоскопа) и установка при помощи дизельного стробоскопа.

Для регулирования угла опережения впрыска топлива привод топливного насоса двигателя Д-240 (рис. 4.63) содержит в себе регулировочный узел. Передача вращения приводом производится следующим образом: через систему шестерен распределения вращение от коленчатого вала передается на шестерню привода топливного насоса 8, фланец шлицевой 4, через болты 3, связанные с шестерней 8. Для ограничения осевого перемещения шестерни привода топливного насоса 8 служит упорное кольцо 7, которое устанавливается между шестерней 8 и шлицевым фланцем 4. Упор кольца 7 происходит в поверхность крышки газораспределителя 2.

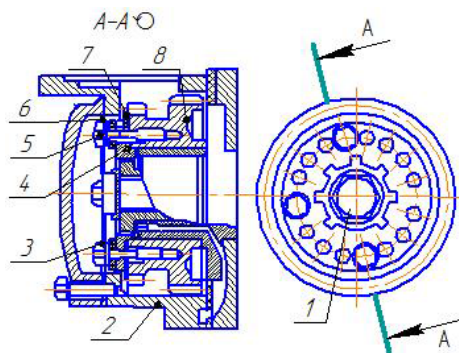


Рис. 4.63. Привод топливного насоса

Для регулирования угла начала подачи топлива служит система отверстий диаметром 8,4 мм, паз на шлицевом фланце 4 и резьбовые отверстия М8 в шестерне 8, закрепленной на валу болтом 1.

При перестановке двух болтов 3 с шайбами 5 и 6 на одно отверстие от исходного положения изменяется угол начала подачи топлива насосом на 3° поворота коленчатого вала.

Для предотвращения нарушения момента подачи топлива насосом при работе дизеля после проведения регулировки угла начала подачи топлива необходимо произвести затяжку болтов 3 моментом 18–25 Н·м.

Принцип работы дизельного стробоскопа основан на стробоскопическом эффекте – возникновении зрительной иллюзии неподвижности или мнимого движения предмета при его прерывистом (с определенной периодичностью) визуальном наблюдении.

Современные автомобильные стробоскопы схожи по конструкции и принципу действия и отличаются только типом излучателя: ксеноновая лампа-вспышка (автомобильный стробоскоп СТ-02, ДСУ-2), светодиодная лампа-вспышка (автомобильный стробоскоп Мультиэлектроникс SC/10). Рассмотрим конструкцию современного стробоскопа на примере автомобильного дизельного стробоскопа-тахометра ДСУ-2.

Автомобильный дизельный стробоскоп-тахометр ДСУ-2 (далее по тексту – стробоскоп) предназначен для измерения угла опережения впрыска топлива и частоты вращения коленчатого вала дизельного двигателя, а также проверки работоспособности регулятора опережения впрыска топлива. Стробоскоп выполнен в виде пистолета с линзой, дающей хорошую фокусировку луча.

Основным элементом стробоскопа является импульсная безынерционная ксеноновая лампа, вспышки которой происходят в момент впрыска топлива в первый цилиндр двигателя (либо в момент, отличающийся от момента впрыска топлива на угол задержки, отображаемый на индикаторе стробоскопа).

Вследствие этого установочные метки, нанесенные на маховике или шкиве коленчатого вала, а также другие детали двигателя, вращающиеся или перемещающиеся синхронно с коленчатым валом, при освещении их стробоскопом кажутся неподвижными.

Это позволяет наблюдать сдвиг между моментом впрыска и моментом прохождения поршнем верхней мертвой точки на всех режимах работы двигателя, т.е. контролировать правильность установки начального угла опережения впрыска, проверять работоспособность регуляторов опережения.

Контроль момента подачи топлива в цилиндр двигателя происходит при помощи пьезоэлектрического датчика.

Работа пьезоэлектрического датчика основана на пьезоэлектрическом эффекте. Сущность его заключается в том, что на гранях некоторых кристаллов при их сжатии или растяжении появляются электрические заряды. При снятии усилий кристалл возвращается в ненаэлектризованное состояние. В качестве материалов для датчиков применяются кварц, титанат бария, сегнетова соль, турмалин и др. Пьезоэлектрические датчики относятся к датчикам генераторного типа (входная величина – сила, выходная – количество электричества).

Следует отметить, что выходная мощность, пьезодатчика очень мала, поэтому в корпусе прибора установлен электронный усилитель с большим входным сопротивлением. Усилитель и датчик соединены экранированным кабелем.

Порядок проверки и регулировки угла опережения впрыска топлива дизельным стробоскопом представлен в таблице 4.17.

Таблица 4.17

Порядок проверки и регулировки угла опережения впрыска топлива дизельным стробоскопом

№ п/п	Операции, технические условия и указания	Оборудование, приспособления и инструмент
1	2	3
1	Установить автомобиль на пост	—
2	Включить нейтральную передачу и затормозить автомобиль с помощью стояночного тормоза	—
3	Поднять капот, чтобы обеспечить доступ слесаря к верхней части двигателя	—
<i>Подготовка стробоскопа к работе</i>		
4	Закрепить пьезодатчик соответствующего диаметра на предварительно очищенную от грязи и краски топливную трубку высокого давления 1-го цилиндра	—

1	2	3
5	Подключить разъем сигнального кабеля стробоскопа к клемме датчика, а разъем заземления – на близлежащий участок трубки, на которой закреплен датчик	–
6	Подать питание на стробоскоп. Для этого черный разъем питания стробоскопа подсоединить к минусовой клемме аккумулятора, а красный – к плюсовой	–
<i>Подготовка автомобиля к проверке</i>		
7	Проверить наличие меток установки ВМТ на шкиве привода генератора коленчатого вала и на корпусе двигателя. При отсутствии или недоступности указанных меток для освещения стробоскопом – нанести их дополнительно, предварительно выставив ВМТ первого цилиндра двигателя	Ключ 32 мм, мел
<i>Измерение оборотов двигателя</i>		
8	Запустить двигатель и прогреть его до 40 °С. Измерение проводить на работающем двигателе в режиме холостого хода. Изначально стробоскоп находится в режиме измерения оборотов двигателя. Измеренное число оборотов в минуту отображается на цифровом индикаторе прибора, деленное на 10. При необходимости установить частоту вращения коленчатого вала 600 мин ⁻¹	Ключи гаечные 10 мм – 2 шт.
<i>Измерение угла опережения впрыска топлива (УОВТ)</i>		
9	Нажатием на курок (переключатель режимов) перевести стробоскоп на измерение угла опережения впрыска топлива. При этом загорится соответствующий светодиод и начнет работать вспышка стробоскопа, а на цифровом индикаторе высветится число «010» – задержка вспышки на 10 градусов относительно момента впрыска топлива	–
10	При работающем двигателе направить световой луч от стробоскопа в зону расположения ВМТ двигателя (шкив коленчатого вала). За счет строб-эффекта шкив и расположенная на нем метка будут казаться неподвижными	–
11	Нажимая на кнопки «+» или «-», расположенные на левой стороне ручки стробоскопа, добиться совмещения меток, расположенных на корпусе двигателя и шкиве коленчатого вала двигателя. Значение угла опережения впрыска топлива (в градусах) считать по цифровому индикатору прибора	–

12	При несовпадении реального значения УОВТ с нормативным (26°) – произвести регулировку, после чего проверить правильность установки УОВТ по п. 9–11	Ключи гаечные 13 мм – 2 шт., 10 мм
<i>Проверка работоспособности механизма регулирования опережения впрыска топлива ТНВД</i>		
13	Провести операции 10–11. При исправной работе регулятора при увеличении оборотов подвижная метка должна плавно смещаться в сторону увеличения угла опережения впрыска. При неисправном регуляторе смещение будет отсутствовать или происходить рывками	–

Контрольные вопросы

1. Дайте определение угла опережения впрыска топлива.
2. Физический смысл необходимости опережения впрыска.
3. Перечислите последствия раннего угла опережения зажигания.
4. К чему приводит поздний угол опережения впрыска топлива?
5. Опишите технологический процесс проверки угла опережения впрыска топлива.
6. Опишите технологический процесс регулировки угла опережения впрыска топлива.

5. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ТРАНСПОРТЕ

Расчет потребности предприятия в тепловой энергии на отопление

Общий расход тепла на предприятии определяет размер платы за теплоснабжение. На практике его, как правило, определяют аналитически. Поскольку результат расчета зависит от ряда меняющихся во времени параметров, расчетное потребление тепла может отличаться от фактического. Потребность в тепловой энергии рассчитывается на основе данных об объеме отапливаемых зданий, температуре внутри них, средней температуре наружного воздуха и т.д.

Нормативный годовой расход тепла (ГДж) на отопление определенного производственного здания рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{ом I}} = 3,6 \cdot q_{\text{ом}} \cdot V_{\text{зи}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{нв}}) \cdot T_0 \cdot D_0 \cdot 10^{-6}, \quad (5.1)$$

где $q_{\text{от}}$ – удельная тепловая характеристика здания;

$V_{\text{зи}}$ – объем производственного здания, м^3 (исходные данные);

$t_{\text{вн}}$ – температура внутри помещения, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{нв}}$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный период, $^{\circ}\text{C}$ (для расчетов принять $= t_{\text{нв}} - 12^{\circ}\text{C}$);

T_0 – продолжительность работы отопления в сутки, ч ($T_0 = 24$ ч);

D_0 – продолжительность отопительного периода, дней ($D_0 = 190$ дней).

Конструктивные характеристики производственных зданий для расчета представлены в табл. 5.1.

Удельная тепловая характеристика определяется для конкретного здания с учетом его основных характеристик по формуле [32]:

$$q = \frac{1}{V_{\text{зи}}} \left[\left(\frac{F_{\text{с}}}{R_{\text{oi}}} \cdot a_1 \right) + \left(\frac{F_{\text{п}}}{R_{\text{oi}}} \cdot a_1 \right) + \left(\frac{F_{\text{nm}}}{R_{\text{oi}}} \cdot a_1 \right) + \left(\frac{F_{\text{о}}}{R_{\text{oi}}} \cdot a_1 \right) + \left(\frac{F_{\text{д}}}{R_{\text{oi}}} \cdot a_1 \right) \right], \quad (5.2)$$

где $F_{\text{с}}$, $F_{\text{п}}$, F_{nm} , $F_{\text{о}}$, $F_{\text{д}}$ – площади соответственно стен, потолков, пола, оконных проемов и дверей, м^2 ;

a_1 – коэффициент, учитывающий месторасположение и конструкцию ограждения (прил. 9);

R_{oi} – термическое сопротивление ограждения, $\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Дж}$.

Таблица 5.1

Структура зданий для ТО и ремонта

Показатель	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
<i>Кухонный цех</i>										
Размер помещения, $L \times B \times H$, м	20×30×4,5	12×16×5	16×16×4	36×8×5	40×30×5,5	24×18×4,5	20×24×5	38×26×4,5	24×16×5,5	28×24×5
Площадь остекления F_o , м ²	28	16	14	22	30	20	18	28	14	16
Площадь дверей $F_{дв}$, м ²	3	5	2	3	6	5	3	2	5	3
Дополнительные сведения*	в	в	в, ч	в	в	в, ч	в	в	в	в, ч
<i>Механический цех</i>										
Размер помещения, $L \times B \times H$, м	46×36×6	24×16×5	18×20×4	26×28×4,5	18×10×3	26×22×3,5	12×16×5	28×20×6	34×14×5,5	18×14×4
Площадь остекления F_o , м ²	48	34	28	34	36	42	20	18	26	22
Площадь дверей $F_{дв}$, м ²	5	5,5	6	5	4,5	6	5	4	6	7
Дополнительные сведения	—	в	в	ч	—	—	ч	в	—	в
<i>Ремонтный цех</i>										
Размер помещения, $L \times B \times H$, м	68×46×6	38×2×5	44×40×6	56×28×5	48×52×6	60×42×6	28×36×5	40×52×5,5	54×24×5	66×38×6
Площадь остекления F_o , м ²	64	48	46	50	60	68	52	44	48	44
Площадь дверей $F_{дв}$, м ²	40	28	54	38	36	48	52	48	36	42
Дополнительные сведения	в	—	—	—	в	в	—	—	—	в

* ч — наличие чердака; п — наличие подвала; в — наличие вентиляции.

Термическое сопротивление ограждения равняется сумме термических сопротивлений внутреннего и наружного слоя:

$$R_{oi} = R_b + R_n = \frac{1}{\alpha_b} + \frac{1}{\alpha_n} \quad (5.3)$$

где α_b, α_n – соответственно коэффициенты теплоотдачи от внутреннего воздуха к ограждению и от него наружному воздуху, Дж/м² · с · °С (прил. 10).

При определении температуры внутри помещений необходимо учитывать, что в производственных цехах температура внутреннего воздуха повышается, и значения $t_{вн}$ в выражении (5.1) рекомендуется принимать [32]:

а) при высоте помещения $H < 4$ м $t_{вн} = t_{вр}$. Значения $t_{вр}$ принимаем из прил. 11 с учетом категории работ. К легким работам относятся работы, при которых энергозатраты не превышают 172 Дж/с (работа управленческого персонала, диспетчеров и т.п). При работах средней тяжести энергозатраты находятся в пределах 172 – 293 Дж/с (работа на механических, ремонтных, шиномонтажных участках). К тяжелым относятся работы, при которых энергозатраты превышают 293 Дж/с (работа в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейные);

б) при высоте помещения $H \geq 4$ м значение $t_{вн}$ определяем по следующей формуле [32]:

$$t_{нв} = t_{вр} + k_n \cdot (H - 2), \quad (5.4)$$

где $k_n = (0,2 \sim 1,5)$ – опытный коэффициент повышения температуры внутреннего воздуха по высоте помещения, °С/м.

Результаты расчетов потребности в тепловой энергии свести в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Годовой расход тепловой энергии

Производственное здание	Расход тепловой энергии на отопление, ГДж	Расход тепловой энергии на вентиляцию, ГДж	Расход тепловой энергии на горячее водоснабжение, ГДж	Суммарная потребность в тепловой энергии, ГДж
Итого				

Расчет потребности предприятия в тепловой энергии на вентиляцию и подачу горячей воды

Исходные данные для выполнения расчетного задания принять из табл. 5.1.

Расход тепловой энергии на вентиляцию (ГДж) связан с дополнительным нагревом поступающего воздуха и определяется по формуле [3]:

$$Q_{\text{в.и}} = 3,6 \cdot q_{\text{в}} \cdot V_{\text{зи}} \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{нв}}) \cdot T_{\text{в}} \cdot D_{\text{в}} \cdot m \cdot 10^{-6}, \quad (5.5)$$

где $q_{\text{в}}$ – удельная тепловая характеристика здания на вентиляцию, Дж/см³ · °С (прил. 12);

$T_{\text{в}}$ – продолжительность работы вентиляции в сутки, ч
($T_{\text{в}} = 1,5$ ч);

$D_{\text{в}}$ – количество рабочих дней году ($D_{\text{в}} = 236$ дней);

m – кратность воздухообмена в помещении.

Кратность воздухообмена в помещении определяется по формуле [32]:

$$m = L_{\text{п}} / V_{\text{п}}, \quad (5.6)$$

где $L_{\text{п}}$ – воздухообмен в помещении, м³/ч;

$V_{\text{п}}$ – объем помещения, м³.

Для расчетов можно принять $m = 1$ для ремонтного цеха, $m = 2$ для механического цеха и $m = 3$ для кузнечного цеха.

Нормативный годовой расход тепла (ГДж) на горячее водоснабжение определяют аналитическим методом [3]:

$$Q_{\text{в.г}} = 3,6 \cdot q_{\text{гв}} \cdot C \cdot V_{\text{зи}} \cdot (t_{\text{гв}} - t_{\text{хв}}) \cdot T_{\text{гв}} \cdot D_{\text{гв}} \cdot K \cdot 10^{-6}, \quad (5.7)$$

где $q_{\text{гв}}$ – часовой расход горячей воды всеми потребителями, л/ч;

C – теплоемкость воды ($C = 4,31$ кДж / кг · К);

$t_{\text{гв}}$ – температура горячей воды, °С;

$t_{\text{хв}}$ – температура холодной воды, °С;

$T_{\text{гв}}$ – продолжительность потребления горячей воды в сутки, ч;

$D_{\text{гв}}$ – количество рабочих дней в году;

K – коэффициент, учитывающий снижение расхода горячей воды в летний период (принять для расчетов $k = 0,9$).

Результаты расчетов потребности в тепловой энергии на вентиляцию и горячее водоснабжение занести в табл. 5.2.

Расчет потребности предприятия в электрической энергии

Предприятия обеспечиваются электрической энергией в соответствии с договором, который заключается с организацией, эксплуатирующей местную электросеть. В нем оговариваются установленная и максимальная единовременно потребляемая мощность, а в приложении приводится заявка на необходимое количество энергии с разбивкой по месяцам. Перерасход энергии предприятие оплачивает по повышенному тарифу.

Расход электрической энергии на предприятии складывается из расходов на основное технологическое оборудование, освещение территорий и помещений, выработку сжатого воздуха, вентиляцию и подачу воды [3]:

$$Q_{\Sigma} = Q_{об} + Q_{осв} + Q_{в} . \quad (5.8)$$

Расчет нормативного расхода электроэнергии $Q_{об}$ (кВт · ч), проводится по группам оборудования и по каждому потребителю и определяется по формуле [3]:

$$Q_{об} = \sum_{i=1}^n P Д Т К , \quad (5.9)$$

где P – установленная мощность потребителя, кВт;

$Д$ – количество дней работы в году ($Д = 236$);

$Т$ – продолжительность работы в сутки (задается самостоятельно);

$К$ – коэффициент использования мощности. Для расчетов можно принять: для металлообрабатывающих станков $K = 0,6 \sim 0,65$; для технологического оборудования $K = 0,70 \sim 0,75$; для освещения $K = 1$).

Исходные данные по количеству имеющегося в наличии оборудования представлены в табл. 5.3, 5.4. Основные характеристики оборудования для ТО и ремонта автомобилей представлены в прил. 13.

Таблица 5.3

Наличие оборудования для ТО и ремонта

Наименование оборудования	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Подъемники	3	2	2	2	1	2	3	2	2	2
Подвесные кран-балки	2	3	3	3	2	2	1	1	2	1
Топливные стенды	1	–	1	–	–	1	2	1	1	–
Обкаточно-тормозные стенды	1	1	2	1	1	–	1	2	1	–
Стенды для диагностирования тормозной системы	–	1	1	–	–	1	–	1	–	1
Установки для мойки автомобилей	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1
Установки для мойки агрегатов	2	1	2	3	1	2	2	1	2	3
Сварочные трансформаторы	2	3	2	2	3	1	1	2	1	3
Компрессоры	3	2	3	3	4	2	3	2	1	2

Таблица 5.4

Наличие станочного оборудования

Наименование оборудования	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Токарные станки	4	3	4	2	2	1	3	3	2	3
Фрезерные станки	2	1	1	1	2	–	–	2	1	1
Сверлильные станки	2	3	2	2	1	2	–	1	1	2
Шлифовальные станки	2	–	1	–	–	1	1	1	–	–

При расчете искусственного освещения необходимо учитывать размеры освещаемого помещения, характер среды в нем, точность выполняемой работы и т. п. Расчет искусственного освещения проводят в следующей последовательности [33]:

1. Выбирают тип источника света. Если температура в помещении не ниже 10 °С, а напряжение в сети не падает ниже 90 % от номинального и нет опасности возникновения стробоскопического эффекта, то следует отдать предпочтение наиболее экономичным газоразрядным лампам.

2. Определяют расстояние между центрами светильников (м) по формуле:

$$l_c = 1,4h_c, \quad (5.10)$$

где h_c – высота подвеса светильника (определяется на основе данных о высоте потолков, обычно $2,5 \geq 3,5$ м).

3. Исходя из размеров здания определяют количество светильников в помещении по формуле:

$$n_c = \left(\frac{L}{l_c} - 1 \right) \left(\frac{B}{l_c} - 1 \right). \quad (5.11)$$

4. Определяют нормируемую освещенность на рабочем месте E_n . Наибольшая освещенность – 5000 лк – установлена для работ 1-го разряда (наивысшей точности), наименьшая – 75 лк – для работ 4-го разряда, требующих периодического наблюдения за ходом производственных процессов. Для расчетов принять: для ремонтного и механического цехов $E_n = 200$ лк, для кузнечного цеха $E_n = 100$ лк. Рассчитывают мощность источника света (лм) методом светового потока. Для этого определяют световой поток $\Phi_{\text{л}}$ одной лампы накаливания или группы газоразрядных ламп одного светильника [33]:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E_n \cdot S_n \cdot L \cdot k_3}{n_c \cdot \eta}, \quad (5.12)$$

где E_n – нормированная минимальная освещенность, лк;

S_n – площадь освещаемого помещения, м² (рассчитывается на основе размеров помещения из табл. 5.1);

L – коэффициент минимальной освещенности, $L = 1,1 \sim 1,5$;

k_3 – коэффициент запаса, зависит от запыленности воздушной среды в помещении, $k_3 = 1,2 \sim 2,0$;

η – коэффициент использования светового потока лампы, зависит от КПД светильника, коэффициента отражения потолка, стен и высоты подвеса светильника, $\eta = 0,2 \sim 0,6$.

После расчета величины светового потока выбирают стандартную лампу соответствующей мощности (из справочников). Характеристики некоторых ламп представлены в прил. 14.

Определив количество ламп и их мощность, рассчитывают затраты электрической энергии по формуле (5.9).

Затраты электроэнергии на выработку сжатого воздуха, вентиляцию и подачу воды $Q_{\text{в}}$ для расчетов можно принять в объеме 5% от $Q_{\text{осв}}$.

Результаты расчетов свести в табл. 5.5.

Таблица 5.5

Годовой расход электроэнергии на предприятии

Потребитель	Кол-во потребителей	Установленная мощность, кВт	Коэффициент использования мощности	Продолжительность работы в сутки, ч	Количество рабочих дней	Расход электроэнергии, МВт · ч
<i>Технологическое оборудование</i>						
<i>Освещение</i>						
<i>Вспомогательное оборудование</i>						

Расчет потребности в моторном топливе для бортовых грузовых автомобилей, седельных тягачей и фургонов

Нормы расхода топлива на автомобильном транспорте – это плановые показатели его расхода на единицу пробега и единицу транспортной работы. Они являются нормами технологическими, т.е. включают расход топлива, необходимый для осуществления транспортного процесса. Расход топлива на ремонт автомобилей и прочие хозяйственные расходы в состав этих норм не включаются и формируются отдельно. Исходные данные для расчета задания по вариантам представлены в таблицах 5.6, 5.7, 5.8.

Таблица 5.6

Марки и количество автомобилей

Марка автомобиля	Вариант										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Одиночный бортовой автомобиль ЗИЛ-431810	9	–	–	28	13	15	–	7	10	–	
Одиночный бортовой автомобиль ЗИЛ-5301 «Бычок»	–	6	12	–	–	–	16	–	–	14	
Бортовой автомобиль КамАЗ-5320 с прицепом ГKB-8350	20	–	26	–	28	–	26	12	23	22	
Автомобиль-тягач МАЗ-5429 с полу-прицепом МАЗ-5205А	–	24	–	10	–	8	–	–	–	–	
Автомобиль-фургон ГАЗ-33022 «Газель»	–	9	15	–	12	–	16	11	–	18	
Автомобиль-фургон ИЖ-271501	4	–	–	8	–	10	–	–	14	–	

Окончание табл. 5.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Автомобили-самосвалы</i>										
Автомобиль-самосвал МАЗ 6501 с прицепом МАЗ-856102	14	–	28	–	20	–	12	–	20	–
Автомобиль-самосвал КамАЗ 5511 с прицепом ГКБ-8527	–	21	–	9	–	22	–	17	–	15
Одиночный автомобиль-самосвал ЗИЛ-4546	19	–	5	–	34	–	19	–	14	–
Одиночный автомобиль-самосвал MAN TGA 33.350	–	10	–	46	–	14	–	7	–	6
Одиночный автомобиль-самосвал Scania P380CB	26	–	21	–	15	–	13	–	33	–
Одиночный автомобиль-самосвал Volvo FM 13.400	–	18	–	31	–	27	–	41	–	32

Таблица 5.7

Годовой пробег автомобилей, тыс. км

Марка автомобиля	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Одиночный бортовой автомобиль ЗИЛ-431810	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Одиночный бортовой автомобиль ЗИЛ-5301 «Бычок»	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29
Бортовой автомобиль КамАЗ-5320 с прицепом ГКБ-8350	18	16	14	12	10	8	7	6	5	4
Автомобиль-тягач МАЗ-5429 с полу-прицепом МАЗ-5205А	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Автомобиль-фургон ГАЗ-33022 «Газель»	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24
Автомобиль-фургон ИЖ-271501	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Автомобиль-самосвал МАЗ 6501 с прицепом МАЗ-856102	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24
Автомобиль-самосвал КамАЗ-5511 с прицепом ГКБ-8527	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Одиночный автомобиль-самосвал ЗИЛ-4546	13	12	16	18	17	11	9	8	6	5
Одиночный автомобиль-самосвал MAN TGA 33.350	21	28	27	24	25	23	31	34	19	15
Одиночный автомобиль-самосвал Scania P380CB	12	19	33	27	29	25	24	23	18	31
Одиночный автомобиль-самосвал Volvo FM 13.400	20	19	25	27	18	16	29	30	21	26

Таблица 5.8

Условия и срок эксплуатации автомобилей

Условия и срок эксплуатации автомобилей	Вариант
Работа в условиях зимнего времени по горным дорогам на высоте 1501–2000 м. Срок эксплуатации автомобилей – 3 года	0
Работа на асфальтных дорогах за пределами пригородной зоны. Срок эксплуатации автомобилей – 10 лет	1
Работа в условиях, не требующих применения надбавок или снижений. Срок эксплуатации автомобилей – 9 лет	2
Работа в горной местности на высоте свыше 3000 м. Срок эксплуатации автомобилей – 5 лет	3
Работа на дорогах за пределами пригородной зоны, но с холмистой местностью. Срок эксплуатации автомобилей – 7 лет	4
Работа в зимнее время в северных районах страны на высоте от 500 до 1500 м. Срок эксплуатации автомобилей – 2 года	5
Работа в зимнее время в южных районах страны. Срок эксплуатации автомобилей – 4,5 года	6
Работа в городе с населением свыше 2,5 млн человек. Срок эксплуатации автомобилей – 6 лет	7
Работа на дорогах за пределами пригородной зоны из щебня. Срок эксплуатации автомобилей – 9 лет.	8
Работа в городе с населением от 0,5 до 2,5 млн человек. Срок эксплуатации автомобилей – 5 лет	9

Нормы расхода топлива разрабатываются в соответствии с методикой определения базовых норм расхода топлива на автомобильном транспорте, утверждаются Министерством транспорта РФ и периодически (раз в 2–3 года) пересматриваются.

Базовая норма устанавливается для однозначно определенных дорожно-эксплуатационных, климатических и нагрузочных условий работы. Норма на транспортную работу зависит от разновидности двигателя (бензиновый, дизельный или газовый) и полной массы автомобиля. Норма расхода топлива на езду с грузом учитывает увеличение расхода, связанное с маневрированием в пунктах погрузки-выгрузки.

Учет дорожно-транспортных, климатических и других эксплуатационных факторов производится с помощью ряда поправочных коэффициентов увеличения или снижения базовых норм.

Нормативные значения расхода топлива для бортовых грузовых автомобилей, седельных тягачей и фургонov определяют следующим образом [34, 35]:

$$Q_H = 0,01 \cdot (H_{S.AП} S + H_w W) \cdot (1 \pm 0,01D), \quad (5.13)$$

где Q_H – нормативный расход топлива, л или м³;

$H_{S.AП}$ – норма расхода топлива на пробег автопоезда, л/100 км или м³/100 км;

S – пробег автомобиля за год, км;

H_w – норма расхода топлива на транспортную работу, л/100 т·км или м³/100 т·км;

W – объем транспортной работы, т·км;

D – поправочный коэффициент к норме, % (при необходимости применения одновременно нескольких надбавок норма расхода топлива устанавливается с учетом суммы или разности этих надбавок).

$$H_{S.AП} = H_S + H_D G_{ПР}, \quad (5.14)$$

где H_S – базовая норма расхода топлива на пробег автомобиля, л/100 км или м³/100 км (прил. 15);

H_D – норма расхода топлива на дополнительную массу прицепа или полуприцепа, л/100 т·км или м³/100 т·км (прил. 16);

$G_{ПР}$ – собственная масса прицепа или полуприцепа, т (прил. 17);

$$W = G_{гр} S_{гр}, \text{ т·км}, \quad (5.15)$$

где $G_{гр}$ – масса перевозимого груза, т;

$S_{гр}$ – пробег с грузом, км.

$$G_{гр} = (q_{авт} + q_{пр}) \gamma, \text{ т}, \quad (5.16)$$

где $q_{авт}$ – грузоподъемность автомобиля, т (см. прил. 15);

$q_{пр}$ – грузоподъемность прицепа, т (см. прил. 17).

γ – коэффициент использования грузоподъемности ($\gamma = 0,8$).

$$S_{гр} = L_r \cdot \beta, \text{ км}, \quad (5.17)$$

где L_r – годовой пробег автомобиля, км (см. табл. 5.7);

β – коэффициент использования пробега ($\beta = 0,6$).

Для грузовых бортовых автомобилей и автопоездов, выполняющих работу, учитываемую в тоннокилометрах, нормы на

100 т·км (H_w) устанавливаются в зависимости от вида используемого топлива. При работе бортовых автомобилей с прицепами и седельных тягачей с полуприцепами норма расхода топлива на пробег автопоезда (H_d) увеличивается на каждую тонну собственной массы прицепов и полуприцепов также в зависимости от вида топлива (см. прил. 16).

В соответствии с нормами расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте от 18 февраля 1997 г. Р3112194–0366–97, нормы расхода топлива повышаются при следующих условиях:

- 1) работа в зимнее время:
 - а) в южных районах страны – до 5 %;
 - б) в северных районах страны – до 15 %;
 - в) в районах Крайнего Севера и местностях, приравненных к районам Крайнего Севера, – до 20 %;
 - г) в остальных районах страны – до 10 %;
- 2) работа в горных местностях при высоте над уровнем моря:
 - а) от 500 до 1500 м – на 5 %;
 - б) от 1501 до 2000 м – на 10 %;
 - в) от 2001 до 3000 м – на 15 %;
 - г) свыше 3000 м – на 20 %;
- 3) работа в городах с населением:
 - а) свыше 2,5 млн человек – до 20 %;
 - б) от 0,5 до 2,5 млн человек – до 15 %;
 - в) до 0,5 млн человек – до 10 %;
- 4) работа, требующая частых технологических остановок, связанных с погрузкой и выгрузкой, посадкой и высадкой пассажиров и т.п. (в среднем более чем одна остановка на 1 км пробега – маршрутные автобусы, автомобили по очистке почтовых ящиков, инкассация денег, обслуживание пенсионеров, больных, инвалидов и т.п.), – до 10 %;
- 5) перевозка крупногабаритных, взрывоопасных и т.п. грузов, грузов в стекле и т.п.; выполнение полевых работ со скоростью движения от 2 до 20 км/ч; движение в колоннах, требующее понижение скоростей движения автомобилей (до 20 км/ч), – до 10 %;

6) работа автотранспорта на дорогах со сложным планом (наличие в среднем на 1 км пути более 5 закруглений радиусом менее 40 м, т.е. на 100 км пути не менее 501 поворота) – до 10 %;

7) при пробеге первой тысячи автомобилями, вышедшими из капитального ремонта, и новыми, а также при централизованном перегоне таких автомобилей своим ходом в одиночном состоянии – до 10 %; при перегоне в спаренном или строенном состоянии – до 20 %;

8) для автомобилей, находящихся в эксплуатации более 8 лет, – до 5 %;

9) почасовая работа грузовых бортовых автомобилей или их постоянная работа в качестве технологического транспорта, или в качестве грузовых таксомоторов – до 10 %;

10) работа киносьемочных и иных аналогичных специальных автомобилей, выполняющих транспортный процесс на пониженных скоростях, при частых остановках, многократном движении задним ходом, – до 10 %;

11) работа в карьерах (с тяжелыми дорожными условиями), движение по полю (при проведении сельскохозяйственных работ), а также при вывозке леса (на лесных участках вне основной магистрали общего пользования) – до 20 %;

12) работ в тяжелых дорожных условиях в период сезонной распутицы, снежных или песчаных заносов, наводнений и других стихийных бедствий – до 35 %;

13) при учебной езде – до 20 %;

14) при использовании кондиционера и установки «климат-контроль» – до 5 %.

Снижение норм расхода топлива предусмотрено в следующих случаях:

1) при работе за пределом пригородной зоны на дорогах из цементобетона, асфальтобетона, брусчатки, мозаики на равнинной слабохолмистой местности (высота над уровнем моря свыше 300 м до 1000 м) – до 10 %;

2) при работе за пределом пригородной зоны на аналогичных дорогах, но с холмистой местностью (высота над уровнем моря свыше 300 м до 1000 м) – до 10 %;

3) при работе за пределом пригородной зоны на дорогах из битумоминеральной смеси, дегтебетона, щебня (гравия) и гористой местности (от 1000 до 2000 м над уровнем моря) – до 5 %;

4) при эксплуатации заказных и ведомственных автобусов, не работающих на постоянных маршрутах, – до 10 %;

Расчет потребности в моторном топливе для самосвалов, автобусов и легковых автомобилей

Нормативные значения расхода топлива для самосвалов определяют по формулам [35]:

$$Q_H = 0,01 \cdot H_{S.APC} \cdot S \cdot (1 \pm 0,01 \cdot D) + H_Z \cdot Z \cdot F, \quad (5.18)$$

где $H_{S.APC}$ – норма расхода топлива самосвального автопоезда, л/100 км;

S – пробег автомобиля, км;

H_Z – дополнительная норма расхода топлива на каждую езду с грузом за смену, л или м³ (см. прил. 16);

Z – количество ездов с грузом за смену (для расчетов принять $Z = 4$);

F – количество смен за год ($F = 200$);

$$H_{S.APC} = H_S + H'_w (G_{пр} + 0,5q_{пр}), \quad (5.19)$$

где H'_w – норма расхода топлива на транспортную работу и на дополнительную массу прицепа или полуприцепа при работе автомобилей самосвалов с самосвальными прицепами (см. прил. 16);

$q_{пр}$ – грузоподъемность прицепа, т (см. прил. 17).

При работе автомобилей-самосвалов с самосвальными прицепами норма расхода топлива увеличивается на каждую тонну собственной массы прицепа и половину номинальной грузоподъемности. Для автомобилей-самосвалов и автопоездов с самосвальными кузовами дополнительно устанавливается норма расхода топлива (H_Z) на каждую езду с грузом при маневрировании в местах погрузки и разгрузки.

Нормативные значения расхода топлива для автомобилей-фуругонов, выполняющих работу, учитываемую в тонно-

километрах, определяют так же, как для бортовых грузовых автомобилей.

Нормативные значения расхода топлива для автобусов определяют по формуле [34, 35]:

$$Q_H = 0,01 \cdot H_{с.А} \cdot S \cdot (1 \pm 0,01 \cdot D) + H_{от} \cdot T, \quad (5.20)$$

где $H_{с.А}$ – базовая норма расхода топлива автобуса, л/100 км;

$H_{от}$ – дополнительная норма расхода топлива на работу независимого отопителя салона (отопителей) л/ч ($H_{от} = 2,5$ л/ч);

T – время работы автобуса с включенными отопителями ($T = 8$ ч), ч.

Нормативные значения расхода топлива для легковых автомобилей определяют по формуле [34, 35]:

$$Q_H = 0,01 \cdot H_{с.ЛА} \cdot S \cdot (1 \pm 0,01 \cdot D), \quad (5.21)$$

где $H_{с.ЛА}$ – базовая норма расхода топлива легкового автомобиля, л/100 км.

После установления нормативных значений расхода топлива определенного автомобиля необходимо рассчитать суммарный расход топлива всеми автомобилями данной марки:

$$Q_{H\Sigma I} = Q_{Hi} \cdot n_{авт}, \quad (5.22)$$

где Q_{Hi} – нормативное значение расхода топлива автомобилем определенной марки, л;

$n_{авт}$ – количество автомобилей данной марки, шт.

Расчет потерь на испарение при хранении топлива на АЗС

Общие потери бензина при несоблюдении правил хранения в резервуарах на АЗС и в АТП могут составлять 4–5% объема хранения, потери при заправке автомобилей – 1,5% объема заправки [4]. Наибольшая часть потерь (около 75%) приходится на испарение. Полностью его предотвратить нельзя, но можно значительно уменьшить путем рациональной организации работ и поддержания на должном уровне технического состояния оборудования.

Количество паров бензина, которое теряется при дыхании резервуара, можно приближенно определить аналитически, если считать, что концентрация паров во всех точках паровоздушного

пространства резервуара одинакова и равна насыщенной концентрации при данной температуре.

Исходные данные для выполнения расчетного задания представлены в таблицах 5.9 и 5.10.

Таблица 5.9

Количество топлива, хранящегося в резервуаре

Наименование показателя	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номинальная вместимость резервуара V_p , м ³	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
Марка бензина	АИ-80	АИ-92	АИ-95	АИ-98	АИ-80	АИ-92	АИ-95	АИ-98	АИ-95	АИ-98
Остаточное количество бензина $V_{ост}$, м ³	27	32	15	9	18	14	13	6	4	2

Таблица 5.10

Характеристики топлива

Наименование показателя	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура бензина T_B , К	253	258	263	268	273	278	283	288	293	298
Плотность бензина, P_B , кг/м ³	781	777	772	768	739	759	754	750	745	741
Давление насыщенных паров бензина $P_{нп}$, мм рт. ст.	6	11	19	32	48	69	93	122	154	191

Объем вытесняемой паровоздушной смеси $V_{пс}$ при заполнении резервуара составит [4]:

$$V_{пс} = V_{зр} - V_{ост}, \quad (5.23)$$

где $V_{зр} = V_p \cdot \alpha$ – заполняемый объем резервуара, м³;

$\alpha = 0,9$ – коэффициент заполнения резервуара.

Объемная концентрация паров бензина C_B в паровоздушной смеси [4]:

$$C_B = \frac{P_{нп}}{P_{атм}}, \quad (5.24)$$

где $P_{атм} = 760$ мм рт. ст. – атмосферное давление.

Молекулярную массу бензина M_B приближенно можно оценить по октановому числу [4]:

$$M_B = \frac{M_{и}}{m} + \frac{M_{г}}{100 - m}, \quad (5.25)$$

где $M_{\text{и}} = 114,22$ – молекулярная масса изооктана;
 $M_{\text{г}} = 100,21$ – молекулярная масса n -гептана;
 m – октановое число.

Количество паров бензина, вытесняемых из резервуара за цикл [4]:

$$G_{\text{б}} = V_{\text{пс}} \frac{P_{\text{АТМ}}}{T_{\text{б}}} C_{\text{б}} \frac{M_{\text{б}}}{848}. \quad (5.26)$$

Объем бензина, теряемого за одно большое дыхание [4]:

$$V_{\text{б}} = \frac{G_{\text{б}}}{\rho_{\text{б}}}. \quad (5.27)$$

Для предупреждения потерь топлива на испарение на АЗС и заправочных пунктах АТП должны быть предусмотрены системы улавливания паров, вытесняемых из резервуаров, обратно в автоцистерну.

Расчет потребности автопарка в смазочных материалах

Нормы расхода масел устанавливаются для каждой марки и модели автомобилей в литрах на 100 л общего нормативного расхода топлива, а нормы расхода пластичных смазок – в килограммах на 100 л расхода топлива [34].

Расход топлива подвижным составом принять из предыдущих результатов расчетов.

Потребность в моторных маслах для бензиновых двигателей определяется по следующей формуле:

$$Q_{\text{М.К.и}} = 0,024 Q_{\text{H}\Sigma i} (1 \pm 0,01R), \quad (5.28)$$

где $Q_{\text{H}\Sigma i}$ – нормативный расход топлива i -й модели автомобиля, л;
 R – поправочный коэффициент к норме, учитывающий срок эксплуатации автомобиля ($R = -50\%$ для всех автомобилей, находящихся в эксплуатации до 3 лет; $R = +20\%$ для автомобилей старше 8 лет).

Потребность в моторных маслах для дизельных двигателей определяется следующим образом [34]:

$$Q_{\text{М.Д.и}} = 0,032 Q_{\text{H}\Sigma i} (1 \pm 0,01R). \quad (5.29)$$

Коэффициент R определяется аналогично.

Потребность в трансмиссионных и специальных маслах, а также в пластичных смазках практически не зависит от типа двигателя и определяется по формулам [34]:

– трансмиссионные масла:

$$Q_{T.M.i} = 0,035 Q_{H\Sigma i} (1 \pm 0,01 R); \quad (5.30)$$

– специальные масла:

$$Q_{C.M.i} = 0,01 Q_{H\Sigma i} (1 \pm 0,01 R); \quad (5.31)$$

– пластичные смазки:

$$Q_{П.С.i} = 0,025 Q_{H\Sigma i} (1 \pm 0,01 R). \quad (5.32)$$

Результаты расчетов потребности ТСМ для различных марок автомобилей свести в табл. 5.11.

Таблица 5.11

Потребность автопарка в смазочных материалах

Марка автомобиля	Потребность в маслах, л	Потребность в консистентных смазках, кг
Итого		

Расчет потерь ресурса шин по автопарку

Внутреннее давление воздуха – один из основных параметров работы автомобильной шины. Для шины, используемой на автомобиле данной марки и модели, устанавливается нормативное давление воздуха, при котором она имеет максимальный срок службы. При увеличении или снижении давления относительно нормативного значения срок службы шины уменьшается (рис. 5.1) [36, 37].

Отклонение внутреннего давления в шине от нормативного значения связано с рядом причин: с погрешностями при доведении до нормы, диффузионной утечкой воздуха через стенки гермослоя или камеры, их негерметичностью, неисправностью золотника, изменением температуры шины.

Для оценки среднего давления в шинах автопарка у группы автомобилей, эксплуатируемых на предприятии, необходимо выборочно провести разовый контроль давления воздуха в шинах. Результаты замеров внутреннего давления в шинах автопарка для расчетного задания представлены в табл. 5.12.

На первом этапе необходимо построить гистограмму распределения давления в шинах для всего автопарка.

Для построения гистограммы разбиваем все значения давления в шинах из табл. 5.12 на несколько групп, именуемых интервалами. Ширину интервалов гистограммы определяем по формуле:

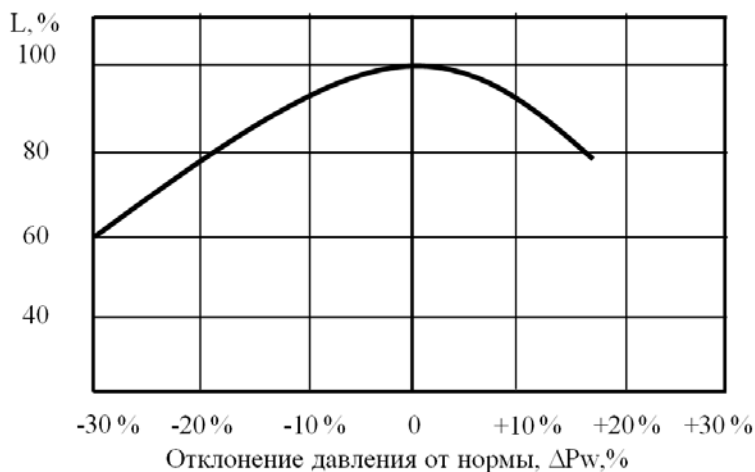


Рис. 5.1. Зависимость ресурса от величины давления в шине

$$n = 1 + 3,332 \cdot \lg n_{\Sigma}, \quad (5.33)$$

где n_{Σ} – количество проверенных шин.

Затем определяем ширину интервалов:

$$\Delta l = \frac{(l_{\max} - l_{\min})}{n_{\Sigma} - 1}, \quad (5.34)$$

где $l_{\max}$ и $l_{\min}$ – соответственно максимальное и минимальное зарегистрированное давление в шинах.

Таблица 5.12

Значение давления воздуха в шинах

Марка авто- мобиля	Результаты измерения внутреннего давления в шинах автомобилей, P_{wi} , кгс/см ²														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
КамАЗ-5320	6,4	6,5	6,3	5,2	5,9	4,1	6,8	7,1	6,9	5,9	6,7	6,8	6,6	5,5	6,2
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	4,3	5,4	7,6	5,9	6,2	6,1	6,2	5,2	5,1	5,6	3,9	4,7	5,6	4,8	5,6
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	5,6	4,8	5,5	4,8	5,1	4,9	5,9	5,9	5,8	5,9	5,6	4,7	5,5	4,6	5,2
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	6,3	4,5	6,3	4,9	5,4	5,3	5,4	4,5	4,4	4,9	3,4	4,1	4,9	4,2	4,9
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
	4,8	4,2	4,8	4,9	4,5	4,3	5,1	5,1	5,0	5,1	4,9	4,1	4,8	4,0	4,5
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
	5,5	3,9	5,5	4,3	4,7	5,5	6,8	6,1	4,3	5,9	5,7	6,2	4,1	3,8	4,6
Маз-6501	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	6,6	6,1	8,2	6,0	7,7	7,8	6,9	4,5	5,1	7,7	7,6	8,9	8,6	7,1	8,0
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	7,7	7,0	7,5	7,6	8,0	7,9	8,0	7,5	6,6	4,5	8,3	8,5	5,1	6,2	8,3
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	8,2	8,6	8,4	7,8	6,7	6,4	7,7	7,3	7,4	8,1	7,3	6,1	7,1	5,9	6,7
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	6,6	5,8	6,9	7,4	7,0	6,9	7,0	5,8	5,7	6,4	4,3	5,3	6,3	5,4	6,4
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
	6,3	5,4	6,2	6,6	5,8	5,5	6,7	6,7	6,5	6,6	6,9	5,3	6,2	5,1	5,8
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
	7,1	5,1	6,2	5,5	6,1	4,9	7,1	6,3	5,8	5,3	5,7	4,7	6,1	6,9	5,0
Volvo FM 13.400	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	8,3	8,4	8,2	6,7	7,7	7,8	8,8	7,4	8,9	7,7	8,7	8,9	8,6	7,1	8,0
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	5,6	7,0	7,5	7,6	8,0	7,9	8,0	6,7	6,6	7,3	5,1	7,3	7,2	6,2	7,3
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	7,2	7,4	7,1	6,2	6,9	6,4	7,7	7,5	7,4	8,1	7,3	6,1	7,1	5,9	6,7
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	8,2	5,8	6,9	7,4	7,0	6,9	7,0	5,8	5,7	6,4	4,4	5,3	6,3	5,4	6,4
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
	6,3	5,4	6,2	6,6	5,8	5,5	6,7	6,7	6,5	6,6	6,9	5,3	6,2	5,1	5,8
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
	7,1	5,1	6,2	6,7	8,3	5,3	6,1	4,9	5,7	8,1	6,4	7,3	6,7	6,0	5,7

При построении гистограммы нужно учитывать, что максимальное и минимальное значение давления будут являться серединами первого и последнего интервалов. Рисуем горизонтальную ось, на которой слева обозначаем точку с координатой $x = l_{\min} - \Delta l/2$. Затем в масштабе вправо откладываем рассчитанную ширину интервала. Количество интервалов, которое необходимо обозначить на оси, определялось по формуле (5.33). Для построения столбцов гистограммы необходимо посчитать, какое количество значений давления в шинах попадает в соответствующие интервалы, и определить частоту в процентах. Данные заносятся в табл. 5.13.

Таблица 5.13

Расчетные значения частоты

№ интервала	Границы интервала	Середина интервала, l_i	Количество значений давления, попадающих в интервал, j_i	Частота попадания в интервал, %
1				
2				

Используя данные из табл. 5.13, необходимо построить на гистограмме столбцы частоты в масштабе.

Обработку построенной гистограммы проводить в следующей последовательности:

1. На гистограмме необходимо заштриховать площадь, соответствующую номинальному давлению воздуха в шинах, и определить, какой процент шин попадает в эту зону. Давление в шине должно отклоняться от нормы не более $\pm 0,1$ кгс/см² для легковых и $\pm 0,2$ кгс/см² для грузовых автомобилей и автобусов.

2. Пользуясь данными табл. 5.6, определить процент шин, имеющих давление ниже нормы и давление выше нормы.

3. Определить среднюю величину давления в шинах по формуле:

$$P_{wcp} = \frac{1}{n_{\Sigma}} \sum_{i=1}^n P_{wi} \quad (5.35)$$

где P_{wi} – давление в i -й шине, кгс/см².

На гистограмме необходимо провести вертикальную линию с координатой оси абсцисс, равной расчетному P_{wcp} . После этого

через центры интервалов необходимо провести огибающую кривую линию. Пример гистограммы распределения давления в шинах автомобилей представлен на рис. 5.2.

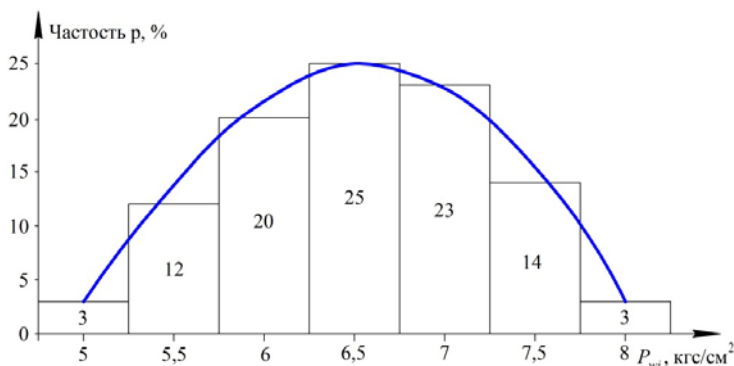


Рис. 5.2. Гистограмма распределения давления в шинах по автопарку

Для определения потерь ресурса исследуемых шин необходимо рассчитать среднее квадратическое отклонение давления воздуха в шинах по формуле [38]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n_{\Sigma} - 1} \cdot \sum (l_i - P_{\text{wcp}})^2 \cdot j_i}, \quad (5.36)$$

где l_i — середина i -го интервала;

j_i — частота попадания в интервал.

Рассчитываем коэффициент вариации [38]:

$$g = \frac{\sigma}{P_{\text{wcp}}}. \quad (5.37)$$

Затем определяем величину отклонения среднего давления в шине от нормы (%) [38]:

$$\Delta P_{\text{wcp}} = \frac{P_{\text{wcp}} - P_{\text{wn}}}{P_{\text{wn}}} \cdot 100, \quad (5.38)$$

где P_{wn} — норма давления в шине, кгс/см² (см. прил. 15).

Для определения среднего значения недопробега шины необходимо воспользоваться специальной номограммой

(рис. 5.3). В качестве ключа к диаграмме используют значения $\Delta P_{\text{вср}}$ и v [38].

По полученному значению среднего недопробега шин необходимо сделать вывод.

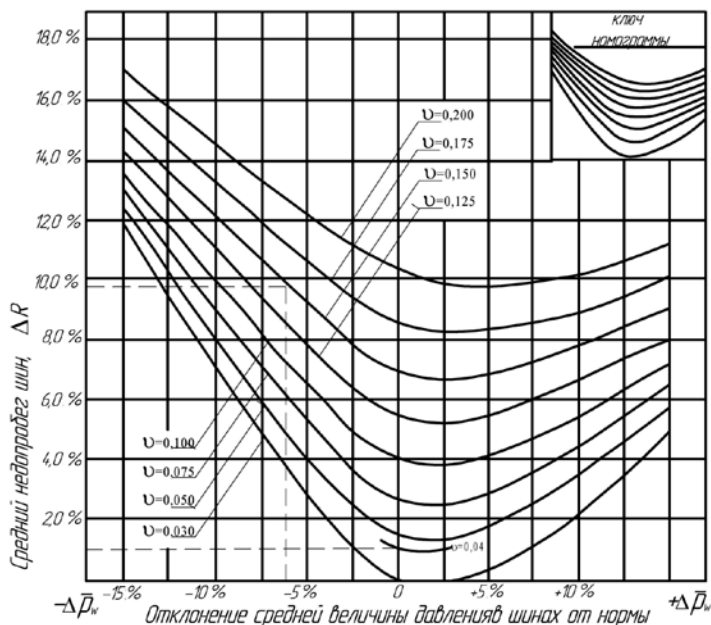


Рис. 5.3. Номограмма для определения средних по автопарку потерь ресурса шин

Расчет нормативов образования отходов при ТО и ремонте

На автотранспортных предприятиях, а также предприятиях, имеющих на балансе значительное количество автотранспорта и самостоятельно осуществляющих техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств, проблема обращения с отходами особенно актуальна, так как в процессе их работы образуется более 15 видов отходов производства, в том числе II и III класса опасности [39].

Отходы производства на рассматриваемых предприятиях образуются при ремонте и техническом обслуживании автотран-

спорта. Как правило, на предприятиях производятся работы по ремонту двигателей, устранение неисправностей в агрегатах автомобилей, изготовление и ремонт деталей и узлов автомашин. Производятся контрольно-диагностические, крепежные, регулировочные и другие работы, замена масла в узлах и агрегатах автомобилей. В табл. 5.14 представлен перечень отходов производства, образующихся на предприятии при эксплуатации автомобилей.

Таблица 5.14

Перечень отходов, образующихся при эксплуатации автотранспорта

№ п/п	Класс опасности	Куда направляются	Наименование отходов
1	II – III	Захоронение/переработка	Всплывающие нефтепродукты нефтеловушек
2	II – III	Захоронение/переработка	Отработанное моторное масло
3	II – III	Захоронение/переработка	Отработанное трансмиссионное масло
4	IV	Захоронение/переработка	Осадки ОС мойки автотранспорта
5	III – IV	Захоронение	Древесные опилки, загрязненные нефтепродуктами
6	III – IV	Захоронение	Ветошь промасленная
7	III – IV	Захоронение/переработка	Грунт, содержащий нефтепродукты
8	III – IV	Захоронение	Фильтры, загрязненные нефтепродуктами
9	I – III	Захоронение	Отработанные электролиты аккумуляторных батарей
10	II – IV	Захоронение/очистные сооружения	Отработанный электролит аккумуляторных батарей после его нейтрализации
11	IV	Захоронение	Отработанные накладки тормозных колодок
12	IV	Переработка	Лом черных металлов
13	IV	Переработка	Огарки сварочных электродов
14	IV	Переработка	Шины с металлокордом
15	IV	Переработка	Шины с тканевым кордом
16	II – IV	Переработка	Отработанные аккумуляторы
17	IV	Захоронение	Мусор промышленный
18	II – III	Захоронение/переработка	Отработанное гидравлическое масло

Отработанные аккумуляторы

Расчет нормативного образования отработанных аккумуляторов выполняется, исходя из количества установленных аккумуляторов (по данным предприятия), сроков их эксплуатации и массе аккумулятора. Расчет производится по формуле [40]:

$$N_i = N_{\text{авт.}i} \cdot n_{\text{акб}} / T_i, \text{ шт./год}, \quad (5.39)$$

где $N_{\text{авт.}i}$ – количество автомашин, снабженных аккумуляторами i -го типа;

$n_{\text{акб}}$ – количество аккумуляторов в автомашине, шт.;

T_i – эксплуатационный срок службы аккумуляторов i -й марки, год.

Расчет образования отработанных АКБ производить из условия, что нормативный срок эксплуатации АКБ составляет 3 года.

Масса образующихся отработанных аккумуляторов равна [40]:

$$M_{\text{акб}} = n_{\text{акб}i} \cdot m_i \cdot 10^{-3}, \text{ (т/год)}, \quad (5.40)$$

где $n_{\text{акб}i}$ – количество отработанных аккумуляторов i -й марки, шт./год;

m_i – масса аккумуляторной батареи i -го типа без электролита.

Технические характеристики некоторых АКБ представлены в прил. 18.

Отработанные электролиты аккумуляторных батарей

Расчет объема образования отработанного электролита произведем по формуле:

$$M_3 = \sum n_{\text{акб}i} V_i, \text{ л}, \quad (5.41)$$

где $n_{\text{акб}i}$ – количество отработанных аккумуляторов i -й марки, шт./год;

V_i – объем электролита в аккумуляторе i -й марки, л (см. прил. 18).

С учетом плотности отработанного электролита, составляющей 1,27 кг/л, необходимо определить массу отработанного электролита в год.

Фильтры, загрязненные нефтепродуктами

Расчет норматива образования отработанных фильтров, образующихся при эксплуатации автотранспорта, производится по формуле [40]:

$$M_{\phi} = (N_{\text{авт}i} n_{\phi} m_{\phi i} L_i / L_{\text{нфи}}) 10^{-3}, \text{ (т/год)}, \quad (5.42)$$

где $N_{\text{авт}i}$ – количество автомашин i -й марки, шт.;

n_{ϕ} – количество фильтров, установленных на автомашине i -ой марки, шт.;

$m_{\phi i}$ – масса одного отработанного фильтра на автомашине i -ой марки, кг;

L_i – средний годовой пробег автомобиля i -ой марки, тыс. км /год;

$L_{\text{нфи}}$ – норма пробега подвижного состава i -ой марки до замены фильтровальных элементов, тыс. км [40].

При выполнении расчетов необходимо учитывать, что в соответствии с положением о ТО и ремонте подвижного состава замена воздушных фильтров производится через 20 тыс. км пробега, а замена масляных и топливных фильтров производится через 10 тыс. км пробега. Технические характеристики фильтрующих элементов представлены в прил. 19.

Отработанные накладки тормозных колодок

Расчет норматива образования отработанных накладок тормозных колодок производится по формуле:

$$M_{\text{н}} = N_{\text{авт}i} n_{\text{ни}} m_{\text{ни}} L_i / L_{\text{нни}} 10^{-3}, \text{ (т/год)}, \quad (5.43)$$

где $N_{\text{авт}i}$ – количество автомашин i -й марки, шт.;

$n_{\text{ни}}$ – количество накладок тормозных колодок на автомашине i -ой марки, шт.;

$m_{\text{ни}}$ – масса одной изношенной накладки тормозной колодки на автомашине i -й марки, кг;

L_i – средний годовой пробег автомобиля i -й марки, тыс. км/год;

$L_{\text{нни}}$ – норма пробега подвижного состава i -ой марки до замены накладок тормозных колодок, тыс. км.

Норма пробега подвижного состава до замены накладок тормозных колодок составляет для легковых и грузовых автомоби-

лей 10 тыс. км, для тракторов и погрузчиков – 1000 моточасов. При расчетах необходимо учитывать, что при износе накладки до предельного состояния масса накладки уменьшается на 30–40 процентов от массы новой. Массы новых накладок тормозных колодок по маркам автомобилей представлены в прил. 20.

Шины с металлокордом и тканевым кордом

Расчет количества отработанных шин с металлокордом и с тканевым кордом производится по формуле:

$$M_{\text{ш}} = (N_{\text{авт}i} n_{\text{ши}} m_{\text{ши}} L_i / L_{\text{нши}}) 10^{-3}, \text{ (т/год)}, \quad (5.44)$$

где $n_{\text{ши}}$ – количество шин, установленных на автомашине i -ой марки, шт.;

$m_{\text{ши}}$ – масса одной изношенной шины данного вида, кг;

L_i – средний годовой пробег автомобиля i -й марки, тыс. км/год;

$L_{\text{нши}}$ – норма пробега подвижного состава i -ой марки до замены шин, тыс. км.

Расчетные значения объемов образования отходов по предприятию свести в табл. 5.15.

Таблица 5.15

Годовые объемы образования отходов на предприятии

Наименование отходов	Объем образования в год	Единица измерения

6. ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Цели и задачи выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа (ВКР) является заключительным этапом обучения бакалавров в вузе.

Целями ВКР являются:

- систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по программе обучения и их применение при решении конкретных научных, технических и экономических задач;

- выявление степени подготовленности студентов к самостоятельной работе в условиях современного производства и рыночных отношений;

- развитие навыков выполнения самостоятельной работы, овладение методикой исследования и экспериментирования при решении разрабатываемых в выпускной квалификационной работе вопросов.

Задачами ВКР являются:

- усвоение студентами материала, связанного с темой работы;

- углубление и закрепление теоретических знаний и практических навыков, полученных студентами за весь период обучения;

- приобретение опыта самостоятельного решения профессиональных задач;

- развитие при решении комплекса технических вопросов творческой инициативы, необходимой для будущего специалиста;

- проверка знаний и степени подготовки студента к самостоятельной работе;

- приобретение навыков защиты принимаемых решений.

Для достижения поставленных задач бакалавр должен:

- определить сферу исследования деятельности предприятия в соответствии с собственными интересами и квалификацией;

- выбрать тему выпускной квалификационной работы;

– обосновать актуальность выбранной темы выпускной квалификационной работы, сформировать цель и задачи работы, определить предмет и объект исследований;

– изучить и проанализировать теоретические и методологические положения, нормативно-техническую документацию, статистические материалы, справочную литературу и законодательные акты в соответствии с выбранной темой; определить целесообразность их использования в ходе выполнения выпускной работы;

– выявить и сформировать проблемы развития объекта исследований, его подразделений, определить причины их возникновения и факторы, способствующие и препятствующие их решению, дать прогноз возможного развития событий и учесть возможные риски;

– оценить целесообразность использования для достижения цели ВКР экономико-математических, статистических и логико-структурных методов исследования;

– обосновать направления решения проблем развития объекта исследования, учитывать факторы внутренней и внешней среды;

– оформить результаты ВКР в соответствии с действующими стандартами и требованиями.

Тематика выпускных квалификационных работ

Тематика выпускных квалификационных работ определяется выпускающими кафедрами вуза и утверждается ученым советом Инженерного института. В перечень включаются темы исходя из региональных особенностей эксплуатации автомобильного транспорта, тематики научных исследований кафедр. По своему содержанию темы выпускных работ должны отражать современный уровень науки и техники, реальные проблемы предприятий автомобильного транспорта, удовлетворять цели и задачи выпускной работы.

Тематика должна соответствовать задачам профессиональной деятельности выпускников, определяемым государственным образовательным стандартом, ежегодно пересматриваться и обновляться с учетом изменений в производстве, достижений

науки и техники. Объектами разработки могут быть реально существующие или перспективные производства, технологии, устройства.

Студенту предоставляется право выбора темы выпускной квалификационной работы из перечня, утвержденного ученым советом Инженерного института на учебный год. При выполнении ВКР на кафедре эксплуатации машинно-тракторного парка может использоваться следующая тематика:

1. Организация участка мойки автомобилей в АТП.
2. Организация зоны ТО автомобилей в АТП.
3. Организация зоны ТО-1 автомобилей в АТП.
4. Организация зоны ТО-2 автомобилей в АТП.
5. Организация шиномонтажного участка в АТП.
8. Организация участка диагностики автомобилей в АТП.
9. Организация участка по подготовке автомобилей к эксплуатации в экстремальных условиях.
10. Организация зоны ЕО автомобилей в АТП.
11. Организация зоны ТР автомобилей в АТП.
12. Разработка технологии и технических средств для ТО-1 автомобилей в АТП.
13. Разработка технологии и технических средств для ТО-2 автомобилей в АТП.
14. Разработка технологии и технических средств для ЕО автомобилей в АТП.
15. Разработка технологии и технических средств для выполнения ТО автомобилей на базе СТО.
16. Организация АЗС для заправки подвижного состава АТП.

Структура выпускной квалификационной работы

Ответственность за своевременное выполнение выпускной работы в установленном объеме, принятые технические решения, правильность всех вычислений и оформление работы несет студент – автор выпускной работы.

ВКР состоит из 5 разделов, выполняется в виде расчетно-пояснительной записки объемом 40–60 с. печатного текста (без учета приложений) и 6–7 листов графической части формата А1.

Графический материал необходимо органически увязывать с содержанием работы, он должен в наглядной форме иллюстрировать основные положения анализа и проектирования. Возможно представление графического материала с использованием мультимедийных средств.

Выпускная квалификационная работа выпускника, освоившего программу бакалавриата, должна выполняться, как правило, на базе реального производственного предприятия с решением актуальных инженерных задач.

Структура расчетно-пояснительной записки:

Титульный лист

Задание на ВКР

Аннотация

Оглавление

Введение

Основные разделы: обоснование темы ВКР, технологическая часть, конструкторская часть, безопасность жизнедеятельности, экономическое обоснование конструкторской разработки

Заключение

Список литературы

Приложения

Задание на ВКР выдает руководитель, который определяет круг вопросов, подлежащих разработке в соответствии с темой. В задании также указываются консультанты по соответствующим разделам. Консультант (если необходимо) дополняет задание для лучшего раскрытия темы. Задание выдается студенту до начала преддипломной практики. Календарный план заполняется при выдаче задания с указанием сроков выполнения отдельных разделов.

Аннотация (1 с.) кратко отражает основное содержание выполненной работы: цель работы, ее результаты, основные технико-экономические показатели. Указывается объем расчетно-пояснительной записки (количество страниц, рисунков, таблиц, библиографических источников) и графического материала.

Во введении (2–3 с.) характеризуется современное состояние поставленной задачи и обосновывается актуальность темы.

В обосновании (в зависимости от темы работы) приводится производственная характеристика предприятия или его подразделения, анализируется состояние производства, техники или технологий, рассматриваются актуальные проблемы и пути их решения, прогрессивные технологические процессы, оборудование и др., формулируются цель и задачи выпускной работы.

Анализ производственно-финансовой деятельности конкретных предприятий и подразделений рекомендуется выполнять на базе показателей, указанных в годовых отчетах, производственных и финансовых планах и первичных документах. Результаты анализа излагаются в записке в виде таблиц с пояснениями, а в графической части проекта представляются в виде диаграмм или графиков. Для отражения динамики показателей анализ желательно проводить не менее чем за три последних года.

По литературным источникам выпускник проводит анализ существующих методов, технологий, способов решения аналогичных инженерных задач в России и за рубежом. В необходимых случаях проводится патентный обзор. В расчетно-пояснительной записке указываются ссылки на использованные источники – в квадратных (косых) скобках с порядковым номером источника, приведенного в списке литературы.

Технологическая часть содержит решения основных производственно-технологических, организационно-управленческих, экспериментальных, исследовательских, проектно-технологических задач.

В технологической части проводится анализ состояния объекта исследования, разрабатываются технологии производства тех или иных видов работ, связанных с повышением работоспособности машин, механизмов, деталей и др.

Конструкторская часть направлена на инженерное решение по модернизации серийных машин и их сборочных единиц, конструированию и выбору энергетического и электротехнического оборудования, контрольно-измерительных приборов и средств автоматики (КИПиА); по разработке и проектированию новых машин, устройств, стендов, приспособлений, систем управления;

по расчету надежности и работоспособности систем и устройств, энергоэффективности их работы и энергосбережению. Разработки ведутся в направлении усовершенствования существующих машин и механизмов на основе анализа опыта их использования и результатов исследований, проверки на прочность деталей, правил эксплуатации и др.

Конструкторская часть должна быть хорошо иллюстрирована: содержать общий вид конструкции, чертежи разрабатываемого узла, оригинальных и ответственных деталей.

Для обеспечения современного уровня проектирования конструкторской разработки необходимо использовать компьютерные технологии и специализированные прикладные программы.

В разделе безопасности жизнедеятельности выпускной работы отражаются вопросы безопасности технологий и технических средств, а также экологические аспекты, увязанные с инженерной задачей ВКР.

В отдельный раздел расчетно-пояснительной записки может быть выделена исследовательская часть. Исследования могут быть как теоретическими, так и экспериментальными. Целью научных исследований является поиск различных вариантов наиболее прогрессивных технических, технологических и организационных решений в области агроинженерии. Результаты исследований представляются в виде таблиц, статистических оценок параметров, графиков, аналитических зависимостей, выводов. Исследовательская часть должна содержать описание программы и методики исследований, полученные результаты и их анализ. В экономической части приводится расчет стоимости изготовления конструкторской разработки.

Заключение (1–2 с.) отражает сущность выполненной работы, содержит ответы на поставленные задачи, оценку полученных результатов и рекомендации по производству. Если определение технико-экономической эффективности невозможно, указывается практическая, научная, социальная значимость работы. Выводы должны быть четко сформулированы, иметь цифровое выражение и быть понятными без чтения основного текста расчетно-пояснительной записки.

Список литературы содержит сведения об источниках, использованных при выполнении дипломного проекта (как правило, не старше 10 лет), а также ссылки на электронные издания и материалы в Интернете. В выпускной работе сведения об источниках располагаются в порядке появления ссылок, а не по алфавиту, и нумеруются арабскими цифрами. Стандарты и нормативы в список литературы не включают. При необходимости ссылку на номер ГОСТа указывают в тексте.

В приложения следует относить вспомогательный материал, который при включении его в основную часть работы загромождает текст. К вспомогательному материалу относятся промежуточные расчеты, таблицы вспомогательных цифровых данных, инструкции, методики, распечатки на ЭВМ, иллюстрации вспомогательного характера, заполненные формы отчетности, протоколы испытаний и других документов.

Обоснование и расчет конструкторской разработки

Объектом конструкторской разработки могут быть различные приспособления по улучшению технического обслуживания автомобилей, приборы для диагностирования технического состояния автомобилей.

Конструкторская разработка должна обосновываться расчетно-технологической частью и увязываться с ней в теме ВКР, т.е. должна быть непосредственно связана с темой выпускной квалификационной работы.

Примерное содержание третьей главы «Обоснование и расчет конструкторской разработки» приведено в задании на выполнение ВКР. В общем случае глава должна содержать:

Обоснование необходимости конструкции.

Патентный поиск (анализ существующих конструкций, аналоги).

Назначение. Устройство (описание и схема). Принцип работы (схема технологического процесса и описание). Условия эксплуатации (использование по назначению), техническое и технологическое обслуживание. Техническая характеристика.

Техника безопасности при работе.

Технологические расчеты проектируемой разработки:

- определение мощности;
- определение габаритных размеров;
- определение производительности;
- определение расхода энергии;
- определение расхода топливно-смазочных материалов;
- другие нестандартные расчеты.

Инженерные расчеты проектируемой разработки:

- расчеты крепежных соединений (болтов, заклепок, шпонок, сварочных швов и т.п.);
- расчеты валов, осей, пальцев и т.п. на прочность;
- расчеты ременных, цепных и других передач;
- расчеты на устойчивость и т.п.;
- другие нестандартные расчеты.

Краткое содержание патентного поиска

Патентный поиск – это процесс отбора соответствующих запросу документов или сведений по одному или нескольким признакам из массива патентных документов или данных, при этом осуществляется процесс поиска из множества документов и текстов только тех, которые соответствуют теме или предмету запроса.

Патентный поиск проводится с целью нахождения определенного конструктивного решения. Схема патентного поиска представлена на рис. 6.1.

Патентный поиск осуществляется посредством информационно-поисковой системы и выполняется вручную или с использованием соответствующих компьютерных программ, а также с привлечением соответствующих экспертов. Официальной информационно-поисковой системой России выступает сайт ФГБУ Федеральный институт промышленной собственности в разделе «Информационные ресурсы». Для работы с информационно-поисковой системой студенту необходимо выбрать базы данных в разделе «Патентные документы РФ» и перейти в меню «Поиск». В результате откроется форма, позволяющая проводить

поиск по различным областям запроса: автору, названию, номеру документа и др. Описание к патенту можно посмотреть в бюллетени «Изобретения. Полезные модели» в формате pdf.

Описание изобретений, в котором отражено конкретное инженерное решение, обладает значительными преимуществами по сравнению с другими информационными источниками. Концентрированные сведения об объекте изобретения выражены в лаконичной форме. Являясь достаточно оперативной информацией, патенты опережают по времени все другие виды и содержат сведения, новизна которых юридически подтверждена. На основе статистического и качественного анализа патентов можно выявить наиболее важные области развития техники, в которых сконцентрирована в данный момент изобретательская деятельность. Ниже представлена схема патентного поиска.

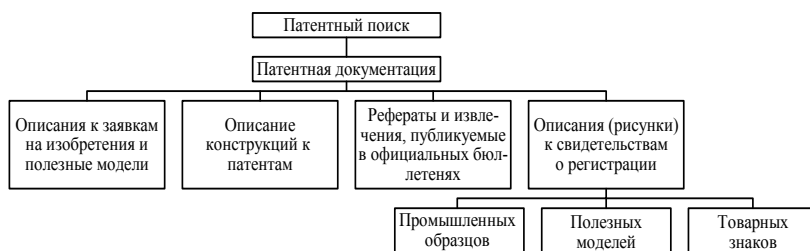


Рис. 6.1. Схема патентного поиска

Графическая часть конструкторской разработки

Графическая часть конструкторской разработки включает в себя чертежи, необходимые для понимания устройства, принципа работы и изготовления проектируемой (реконструируемой) машины (изделия).

В обязательном порядке в графическую часть должны входить чертежи общего вида конструкции, узлов (сборочных единиц), деталей проектируемой машины (изделия) и спецификации. Кроме этих составляющих в графическую часть при необходимости могут входить: теоретический, габаритный, монтажный,

электромонтажный чертежи и различные схемы (кинематическая, технологическая, гидравлическая, электрическая, пневматическая и т. д.).

Чертеж общего вида – документ, содержащий изображение конструкции изделия, взаимодействие его основных составляющих частей и поясняющий принцип работы изделия (виды, разрезы, сечения, габаритные размеры; наименование, назначение составных частей и номера их позиций; техническая характеристика). Код чертежа «ВО». На чертеж общего вида должна составляться экспликация, где перечисляются сборочные единицы (узлы) и детали, из которых состоит изделие. Экспликацию можно выполнять по форме спецификации.

Сборочный чертеж – документ, содержащий изображение сборочной единицы (узла) и данные, необходимые для ее сборки и контроля (изображение и способы расположения и взаимной связи составных частей; размеры: габаритные, монтажные, установочные, присоединительные и другие; предельные отклонения и другие требования; номера позиций составных частей, техническая характеристика). Код сборочного чертежа «СБ».

Чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и данные, необходимые для ее изготовления и контроля (количество изображений, сечений, местных видов; размеры; предельные отклонения; шероховатость поверхности; покрытия и показатели свойств материала; технические требования перед сборкой, развертка; заготовка).

Спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса и комплекта и состоящий из разделов: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие материалы, комплекты. Разделы в спецификации записываются сверху вниз.

Схема – документ, на котором в виде условных изображений показаны составные части изделия и связи между ними (все схемы в зависимости от характера связи подразделяются на виды: электрические, кинематические, гидравлические, пневматические, комбинированные, оптические, вакуумные, газовые, автоматизация; в зависимости от назначения схемы подразделяются

на типы: структурные, функциональные, принципиальные, монтажные, подключения, общие, расположения).

Все чертежи должны иметь обозначения, которые производятся в соответствии со стандартом предприятия. В обозначении указывают наименование кафедры, вид проекта, номер проекта (номер варианта, номер приказа), номер сборочной единицы на чертеже общего вида, номер детали в сборочной единице (сборочный чертеж), код чертежа.

Основные требования к оформлению графической документации и пояснительной записки представлены в методических указаниях.

Примерный перечень конструкторских разработок:

1. Устройство для централизованной смазки подшипниковых узлов автомобиля.

2. Устройство для заправки масел в узлы и агрегаты трансмиссии автомобилей.

3. Стенд для очистки отработанного масла от воды и механических примесей.

4. Насос для подачи консистентной смазки к узлам трения.

5. Устройство для проверки углов установки управляемых колес.

6. Стенд для диагностики ходовой части и рулевого управления автомобилей.

7. Устройство для прокачки гидравлической тормозной системы автомобиля.

8. Устройство для снятия и транспортировки АКБ.

9. Устройство для снятия и транспортировки КПП.

10. Стойка гидравлическая для снятия КПП.

11. Тележка для снятия, установки и транспортировки колес.

12. Устройства гидравлических подъемников для зоны ТО и ремонта.

13. Передвижной пост слесаря.

14. Устройство для предпусковой тепловой подготовки:

- двигателя;
- коробки передач;
- ведущего моста.

Экономическое обоснование конструкторской разработки

Эффективность разработанной конструкции может быть достигнута за счет экономии трудозатрат, экономии энергоресурсов, улучшения качества продукции (услуг, работ), увеличения продукции при тех же затратах, экономии эксплуатационных затрат при использовании машины (приспособления), увеличения уровня механизации и т. д.

Для нахождения этих показателей определяются затраты на изготовление конструкции по следующей методике и структуре расчета [17], в соответствии со статьей 253 Налогового Кодекса РФ.

1. Материальные расходы:

1.1. Стоимость покупных изделий, узлов и агрегатов (табл. 6.1) $C_{п.и.}$ (рублей).

1.2. Стоимость израсходованных материалов (табл. 6.2) C_M (рублей).

2. Расходы на оплату труда:

2.1. Заработная плата рабочих, занятых на изготовлении конструкции (табл. 6.3) $Z_{общ}$ (рублей).

2.2. Отчисления на социальные нужды в виде отчислений в страховые внебюджетные фонды $K_{осф}$ и отчислений по страхованию от несчастных случаев (травматизму) $K_{тр}$:

$$O_{сн} = \frac{K_{осф} + K_{тр}}{100} \cdot Z_{общ}, \text{ руб.} \quad (6.1)$$

3. Прочие затраты:

3.1. Общепроизводственные расходы:

$$P_{опр} = K_{опр} \left(\begin{matrix} C_{п.и.} + C_M + \\ + Z_{общ} + O_{сн} \end{matrix} \right) \text{ (руб.)}, \quad (6.2)$$

где $K_{опр} = 0,3 \div 0,8$ – коэффициент общепроизводственных расходов;

3.2. Общехозяйственные расходы:

$$P_{ох} = K_{ох} (C_{п.и.} + C_M + Z_{общ} + O_{сн}), \quad (6.3)$$

где $K_{ох} = 0,1 \div 0,5$ – коэффициент общехозяйственных расходов.

Итого стоимость конструкторской разработки составит (табл. 6.4) C_K (рублей):

$$C_K = C_{\text{п.и.}} + C_M + Z_{\text{общ}} + O_{\text{сн}} + P_{\text{опр}} + P_{\text{ох}}. \quad (6.4)$$

Использование необходимых узлов, покупных изделий, агрегатов и материалов определяется по рабочим чертежам и пояснительной записке проекта, а их стоимость определяется по оптовым, розничным ценам (без НДС) или балансовой цене базового предприятия.

Затраты на покупные изделия заносятся в табл. 6.1.

В примечании указывается использование готовых узлов и агрегатов, бывших в употреблении, их стоимость устанавливается 30–40 % от первоначальной стоимости.

Перечень и стоимость материалов для изготовления оригинальных деталей и конструкций сводятся в табл. 6.2.

Таблица 6.1

Покупные изделия, узлы и агрегаты

Наименование изделий	ГОСТ марка	Номер по спецификации	Количество	Цена за единицу руб.	Общая стоимость, руб.	Примечание
Итого						

Таблица 6.2

Затраты на материалы и комплектующие детали

Наименование материалов	ГОСТ или стандарт	Единица измерения	Количество	Стоимость за единицу, руб.	Общая стоимость, руб.
Итого					

Для расчета затрат на оплату труда рабочих, занятых на изготовлении конструкции, необходимо определить виды работ, их квалификацию и время, затрачиваемое на эти работы, т.е. трудоемкость, а также среднюю часовую тарифную ставку, все перечисленные данные заносятся в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Тарифная заработная плата

Виды работ	Разряд работ	Часовая тарифная ставка $C_{\text{и}}$, руб.	Трудоемкость T , чел.-час.	Стоимость работ $Z_{\text{т}}$, руб.
Итого:				

Трудоемкость работ можно определить методами технического нормирования.

Станочные работы

Основное время на токарные работы, мин:

$$T_{\text{осн}} = Li : nS, \quad (6.5)$$

где L – путь, проходимый инструментом в направлении подачи, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения детали, мин^{-1} ;

S – перемещение инструмента на один оборот детали, мм.

Слесарные работы

Сумму времени на обслуживание и отдых принимают равной 8 % оперативного, т. е.

$$T_{\text{обсл}} + T_{\text{отд}} = 1,08 T_{\text{оп}},$$

тогда

$$T_{\text{шк}} = 1,08 T_{\text{оп}} + \frac{T_{\text{пз}}}{K_{\text{и}}}, \quad (6.6)$$

где $T_{\text{шк}}$ – штучное время, мин;

$T_{\text{пз}}$ – подготовительно-заключительное время на верстаке, принимают равным 2,5 мин;

$K_{\text{и}}$ – число изделий в партии.

Кузнечные работы

При нормировании этих работ в состав нормы времени вводят время, затраченное на нагрев детали $T_{\text{нд}}$ при ковке.

Тогда формула принимает вид:

$$T_{\text{шк}} = \left(T_{\text{осн}} + T_{\text{всп}} + T_{\text{н.д.}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{отд}} + T_{\text{пз}} \right) : K_{\text{и}} = \frac{T_{\text{оп}} + T_{\text{н.д.}} + T_{\text{обсл}} + T_{\text{отд}} + T_{\text{пз}}}{K_{\text{и}}}, \quad (6.7)$$

где $T_{\text{н.д.}}$ – в ремонтных мастерских составляет 35 % оперативного времени, т.е. $T_{\text{н.д.}} = 0,35 \cdot T_{\text{оп}}$.

$T_{\text{обсл}}$ – время на обслуживание;

$T_{\text{отд}}$ – время отдыха: $T_{\text{обсл}} + T_{\text{отд}} = 0,15 T_{\text{оп}}$.

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз}}$ получим, подставляя значения в общую формулу нормы времени:

$$T_{\text{шк}} = 1,6 T_{\text{оп}}. \quad (6.8)$$

Сварочные работы

Основное время при газовой сварке, в часах:

$$T_{\text{осн}} = \frac{F \cdot \ell \cdot \gamma \cdot q}{\alpha_n}, \quad (6.9)$$

где F – площадь поперечного сечения шва, см²;

ℓ – длина шва, см;

γ – плотность присадочной проволоки (для стали $\gamma = 7,8$ г/см³);

q – коэффициент, зависящий от длины шва (до 200 мм $q = 1,2$; 200÷5000 мм $q = 1,1$);

α_n – коэффициент наплавки, показывающий количество присадочной проволоки в г, расплавляемой в 1 минуту, г/мин.

Время на обслуживание и отдых принимают равным 13–18 % оперативного времени, подготовительно-заключительное время – 16–20 минут.

В связи с тем что конструкция выполняется в единственном экземпляре, трудоемкость можно определить по фактически сложившемуся времени.

Тарифная заработная плата определяется по формуле:

$$З_{\text{т}} = T \cdot C_{\text{и}}, \text{ руб.}, \quad (6.10)$$

где T – средняя трудоемкость отдельных видов работ чел.-часы;

$C_{и}$ – часовая тарифная ставка, в рублях, зависит от месячной тарифной ставки I разряда, установленной отраслевым тарифным соглашением по автомобильному транспорту, коэффициентов соответствующего разряда и среднемесячного баланса рабочего времени;

$C_{и}$ – в АТП устанавливают самостоятельно, но не менее установленного фонда заработной платы, согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 5 августа 2008 г. № 583.

Общая заработная плата с учетом районного коэффициента составит:

$$Z_{\text{общ}} = (Z_{\text{т}} + Z_{\text{д}} + Z_{\text{н}}) \cdot \left(1 + \frac{K_p}{100}\right), \quad (6.11)$$

где $Z_{\text{д}}$ – компенсационные доплаты:

- за условия труда, отклоняющиеся от нормальных;
- за работу в вечернее и ночное время;
- за совмещение профессий;
- за расширение зоны обслуживания;
- за интенсивность труда;
- за ненормированный рабочий день.

$$Z_{\text{д}} = K_{\text{д}} \cdot Z_{\text{т}} \quad (6.12)$$

где $K_{\text{д}} = 0,5 \div 0,8$;

$Z_{\text{н}}$ – стимулирующие выплаты-надбавки:

- за высокое профессиональное мастерство;
- за классность;
- персональные надбавки.

$$Z_{\text{н}} = K_{\text{н}} \cdot Z_{\text{т}} \quad (6.13)$$

где $K_{\text{н}} = 0,3 \div 0,6$;

K_p – районный коэффициент, составляет $(20 + 5) \%$.

Существующая методика отчисления на социальные нужды или во внебюджетные фонды следующая (Ст. 235–241 НК РФ):

$$O_{\text{сн}} = \frac{K_{\text{осф}} + K_{\text{тр}}}{100} \cdot Z_{\text{общ}}, \quad (6.14)$$

где $K_{\text{осф}}$ – отчисления в страховые внебюджетные фонды:

- при обычной системе налогообложения – 34 %;
- при специальном режиме налогообложения – 27,1 %;

$K_{\text{тр}}$ – для предприятий автомобильного транспорта составляет 1,1 %.

К общепроизводственным расходам $P_{\text{опр}}$ относятся затраты на организацию производства:

- затраты на обслуживание и содержание, а также ремонт основных средств общепроизводственного назначения;
- амортизационные отчисления;
- затраты на мероприятия по охране труда и технике безопасности;
- расходы на транспортное обслуживание работ, электроэнергию;
- износ малоценных и быстро изнашиваемых предметов;
- расходы на оплату труда с отчислениями на социальные нужды работников аппарата управления в подразделениях.

К общехозяйственным расходам $P_{\text{ох}}$ относятся затраты, связанные с управлением и обслуживанием производства в целом по предприятию:

- расходы на оплату труда с отчислениями на социальные нужды административно-управленческого персонала;
- расходы на служебные разъезды и командировки;
- конторские, типографские, почтово-телеграфные расходы;
- амортизационные отчисления и затраты на ремонт основных средств общехозяйственного назначения;
- расходы на противопожарные мероприятия, охрану труда и ТБ (устройство ограждений, сигналов, вентиляции);
- содержание легкового транспорта для руководящего состава;
- налоги, сборы и др.

Если стоимость конструкции будет менее 10000 рублей – затраты на ее изготовление относятся на себестоимость, т.е. списываются на эксплуатационные затраты предприятия.

Экономическая эффективность и окупаемость конструкции определяется только при капитальных вложениях, т.е. стоимости разработки более 10000 рублей.

Затраты на изготовление конструкции определяем в табл. 6.4.

Таблица 6.4

**Калькуляция на изготовление
разработанной конструкции**

Статьи затрат	Обозначение	Стоимость, руб.	Примечание
Покупные изделия	$C_{\text{пи}}$		
Материалы и комплектующие	$C_{\text{м}}$		
Оплата труда рабочих	$Z_{\text{общ}}$		
Отчисления на соц. нужды	$O_{\text{сн}}$		
Общепроизводственные расходы	$P_{\text{опр}}$		
Общехозяйственные расходы	$P_{\text{ох}}$		
Всего стоимость конструкции	$C_{\text{к}}$		

При замене (перестановке, реконструкции, модернизации) одних узлов на другие – стоимость вновь собранных механизмов увеличивается на сумму вновь установленных с уменьшением суммы на стоимость снятых и реализованных (по остаточной стоимости или стоимости металлолома).

Если сравнивать аналог приобретаемого механизма (конструкции) с разработанным и изготовленным в условиях АТП, то экономический эффект составит:

$$\mathcal{E} = (K_I - C_K) \cdot E_H, \quad (6.15)$$

где K_I – капиталовложения на приобретенную конструкцию, руб., тыс. руб.;

E_H – номинальные вложения за год $E_H = 0,15$.

Окупаемость конструкции определяется:

$$T_{ок} = K / \mathcal{E}, \text{ (лет)}. \quad (6.16)$$

При разработке приспособления, где ожидаемую экономию получим за счет снижения себестоимости на единицу продукции (окраска, восстановление деталей), тогда экономический эффект можно рассчитать по формуле:

$$\mathcal{E}_2 = (C_1 - C_2) A_2, \quad (6.17)$$

где C_1 и C_2 – себестоимость единицы продукции (работы) соответственно до и после осуществления капитальных вложений, руб.;

A_2 – годовой объем производства продукции, с помощью новой конструкции в натуральных единицах.

Срок окупаемости:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{к}}}{\Theta_2}, (\text{лет}). \quad (6.18)$$

Кроме этого, экономичность конструкции при ее внедрении может быть, при:

- экономии трудозатрат;
- экономии энергоресурсов;
- улучшении качества продукции (услуг, работ);
- увеличении продукции при тех же затратах;
- экономии эксплуатационных затрат при использовании машины (приспособления);
- увеличении уровня механизации и т.д.

Если приспособление (конструкция), изготовленное в условиях АТП, имеет незначительную стоимость (менее 10000 рублей), то экономический эффект может быть:

$$\Theta_2 = (C_1 - C_2) \cdot A_2 - C_{\text{к}}. \quad (6.19)$$

В этом случае окупаемость не определяется.

Порядок представления и защита выпускной квалификационной работы

Законченная и подписанная автором ВКР, включающая расчетно-пояснительную записку и графический материал, передается руководителю, который после проверки составляет письменный отзыв и назначает дату предварительной защиты работы на кафедре. В отзыве на ВКР руководитель отмечает проявленную студентом инициативу, творческую активность, личный вклад в разработку оригинальных решений, степень самостоятельности при выполнении работы, умение решать поставленные задачи, работать с технической литературой, другими источниками информации, включая компьютерные базы данных. Заведующий кафедрой на основании предварительной защиты решает вопрос о допуске студента к защите на заседании государственной экзаменационной комиссии (ГЭК).

ВКР, допущенная к защите, направляется деканом на рецензию. В случае положительной рецензии деканат направляет выпускную квалификационную работу в ГЭК для ее защиты.

Руководитель и автор работы знакомятся с содержанием рецензии, чтобы последний имел возможность аргументированно ответить на замечания рецензента.

Выпускные квалификационные работы подлежат размещению в электронно-библиотечной системе вуза и проверке на объем заимствования. Порядок размещения выпускных квалификационных работ в электронно-библиотечной системе вуза, проверки на объем заимствования, в том числе содержательного, выявления неправомерных заимствований устанавливается вузом.

Доступ к полным текстам выпускных квалификационных работ должен быть обеспечен в соответствии с действующим законодательством с учетом изъятия сведений любого характера (производственных, технических, экономических, организационных и др.), имеющих действительную или потенциальную коммерческую ценность в силу неизвестности их третьим лицам, в соответствии с решением правообладателя.

Государственные итоговые испытания проводятся в виде подготовки и публичной защиты индивидуального проекта бакалавра перед экзаменационной комиссией для оценки соответствия его подготовки совокупному ожидаемому результату образования компетентностно-ориентированной ОПОП ВО в целом на основании индивидуального мониторинга качества результатов образования.

Защита выпускной квалификационной работы проводится в форме доклада (презентации), который должен длиться не более 10 минут.

Последовательность изложения доклада может быть следующей:

- краткое вступление (значение для общества того направления, в котором работал бакалавр, актуальность темы);
- сообщение о поставленной задаче;
- обзор, состояние вопроса на сегодняшний день, пути решения поставленной задачи, обоснование принятого решения;

- изложение проделанной работы в организационно-технологическом разделе работы;
- изложение принципа действия разработанного устройства (по кинематической схеме или общему виду), следует отметить оригинальность, личный вклад бакалавра в разработку;
- изложение проделанной работы в разделе безопасности жизнедеятельности;
- изложение проделанной работы в экономическом разделе;
- заключение с выводами о решении поставленных задач.

После оглашения членом аттестационной комиссии отзыва руководителя и рецензии бакалавр кратко отвечает на замечания рецензента по работе.

По результатам защиты ВКР комиссия вносит в протокол итоговую оценку выпускнику: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». При определении оценки ВКР принимается во внимание уровень теоретической и практической подготовки бакалавра.

Бакалавру, защитившему ВКР, присваивается решением аттестационной комиссии квалификация «бакалавр» по соответствующему направлению подготовки.

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.: Академия, 2012. – 272 с.
2. *Крамаренко Г. В.* Техническая эксплуатация автомобилей: учеб. для вузов / Г. В. Крамаренко. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.
3. *Техническая эксплуатация автомобилей: учеб. для вузов* / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов [и др.]. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 2004. – 535 с.
4. *Техническая эксплуатация автомобилей: учеб. для студ., обучающихся по спец. «Автомобили и автомобильное хозяйство»* / О. Н. Дидманидзе, А. А. Солнцев, Г. Е. Митягин [и др.]. – М.: ООО «УМЦ "Триада"», 2012. – 455 с.
5. *Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта* / Минавтотранс РСФСР. – М.: Транспорт, 1983. – 86 с.
6. *Масуев М. А.* Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / М. А. Масуев. – М.: Академия, 2007. – 224 с.
7. *Колесник П. А.* Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: учеб. для вузов / П. А. Колесник, В. А. Шейнин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1985. – 325 с.
8. *Диагностика и техническое обслуживание машин: учеб. для студ. высш. учеб. заведений* / А. Д. Ананьин, В. М. Михлин, И. И. Габитов [и др.]. – М.: Академия, 2008. – 432 с.
9. *Аринин И. Н.* Техническая эксплуатация автомобилей / И. Н. Аринин, С. И. Коновалов, Ю. В. Баженов. – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 320 с.
10. *Виноградов В. М.* Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: основные и вспомогательные технологические процессы. Лабораторный практикум: учеб. пособие / В. М. Виноградов, О. В. Храмова. – 2-е изд. – М.: Академия, 2010. – 160 с.
11. *Виноградов В. М.* Технологические процессы ремонта автомобилей: учеб. пособие / В. М. Виноградов. – 4-е изд. – М.: Академия, 2011.

12. *Техническое обслуживание и ремонт автомобилей*: учеб. для сред. проф. образования / В.М. Власов, С.В. Жанказиев, С.М. Круглов [и др.]. – 6-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 480 с.
13. *Болбас М.М.* Основы технической эксплуатации автомобилей / М.М. Болбас. – Минск: Амаффея, 2001. – 352 с.
14. *Кузнецов Е.С.* Производственная база автомобильного транспорта: состояние и перспективы / Е.С. Кузнецов, И.П. Курников. – М.: Транспорт, 1988. – 154 с.
15. *Малкин В.С.* Техническая эксплуатация автомобилей: теоретические и практические аспекты: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.С. Малкин. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2009. – 288 с.
16. *Малкин В.С.* Техническая диагностика: учеб. пособие / В.С. Малкин. – СПб.: Лань, 2013. – 272 с.
17. *Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка* / под. ред. Ю.Н. Бlynского; Новосиб. гос. аграр. ун-т, Инженер. ин-т. – Новосибирск, 2006. – 242 с.
18. *Справочник инженера-механика сельскохозяйственно-го производства*: учеб. пособие. – М.: Росинфорагротех, 2003. – Ч 1. – 340 с.
19. *Автомобили КамАЗ: Техническое обслуживание и ремонт* / В.Н. Барун, Р.А. Азаматов, В.А. Трынов [и др.]. – М.: Транспорт, 1984. – 251 с.
20. *КамАЗ-5320-54115*: руководство по ремонту, эксплуатации, обслуживанию: модели с колесной формулой 6×4 и 6×6. – М.: РусьАвтокнига, 2001. – 288 с.
21. *Кабанов Е.И.* Техническое обслуживание автомобилей: лаб. практикум: учеб. пособие для учащихся автотрансп. техникумов / Е.И. Кабанов, В.Я. Пищук. – М.: Транспорт, 1989. – 157 с.
22. *Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами*: ГОСТ Р 52033–2003. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 10 с.
23. *Газоанализатор «Инфракар»*. Паспорт ВЕКМ. 413311.002ПС. – М., 2001. – 12 с.
24. *Тестер люфтов ТЛ–2000*: руководство по эксплуатации Л 1.00.00.000 РЭ. – ЗАО «НовГарО». – 15 с.

25. *Автомобиль ЗИЛ-130. Технология текущего ремонта.* – М.: ГОСНИТИ, 1980. – Ч. 1. – 167 с.

26. *ВАЗ-2106-03, 2106, 21061, 21063, 21065, 21065-01, 2103, 21033, 21035. Двигатели Б 1.3, 1.5, 1.6: руководство по ремонту, каталог деталей.* – М.: Третий Рим, 2008. – 264 с.

27. *Правила эксплуатации автомобильных шин.* – М.: Транс-Консалтинг, 2004. – 88 с.

28. *Измеритель дымности отработавших газов. Мета-01 МП 0.1–2014: Руководство по эксплуатации М 006.00.00-03 РЭ.* – Жигулевск, 47 с.

29. *Автотранспортные средства, оснащенные двигателями с воспламенением от сжатия. Дымность отработавших газов. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния: ГОСТ 52160–2003.* – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 9 с.

30. *Кузнецов А. В. Топливо и смазочные материалы / А. В. Кузнецов.* – М.: Колос, 2004. – 199 с.

31. *Централизованные системы смазки для строительных и горных машин [Электронный ресурс].* – Режим доступа: <http://www.lincolnrus-moscow.ru/catalogs.html>

32. *Сканави А. Н. Конструирование и расчет систем водяного и воздушного отопления зданий / А. Н. Сканави.* – М.: Стройиздат, 1983. – 304 с.

33. *Охрана труда / Ф. М. Канарев, В. В. Бугаевский, М. А. Пережогин [и др.].* – М.: Агропромиздат, 1988. – 351 с.

34. *Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте.* – Тольятти: Сеан-Издат, 2001. – 48 с.

35. *Карпекина Т. П. Экономия топливно-энергетических ресурсов на автомобильном транспорте.* – М.: МАДИ, 1988.

36. *Шины пневматические для легковых автомобилей, прицепов к ним, легких грузовых автомобилей и автобусов особо малой вместимости. Технические условия: ГОСТ 4754–97.* – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 28 с.

37. *Дудков В. А. Автомобильные шины: устройство, работа, эксплуатация, ремонт / В. А. Дудков, В. Н. Тарновский, О. Б. Третьяков.* – М.: Транспорт, 1990. – 272 с.

38. *Янчевский В. А.* Рациональная эксплуатация автомобильных шин / В. А. Янчевский. – М.: МАДИ, 1988.

39. *Бобович Б. Б.* Утилизация автомобилей и автокомпонентов / Б. Б. Бобович. – М.: Форум, 2014. – 168 с.

40. *Методические* рекомендации по расчету нормативов образования отходов для автотранспортных предприятий. – СПб.: НИИ Атмосфера, 2003. – 14 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Характеристики подвижного состава АТП

ГАЗ-33027 	Колесная формула – 4×2 Грузоподъемность – 1300 кг Мощность двигателя – 73,5 кВт Расход топлива – 12,5 л/100 км	ЗИЛ-433110 	Колесная формула – 4×2 Грузоподъемность – 6000 кг Мощность двигателя – 110 кВт Расход топлива – 28 л/100 км
ЗИЛ-432720 	Колесная формула – 4×4 Грузоподъемность – 2300 кг Мощность двигателя – 80 кВт Расход топлива – 19 л/100 км	ПАЗ-3206 	Колесная формула – 4×4 Полная масса – 7195 кг Мощность двигателя – 88,3 кВт Расход топлива – 25 л/100 км
ЗИЛ-ММЗ-2502 	Колесная формула – 4×2 Грузоподъемность – 3000 кг Мощность двигателя – 77 кВт Расход топлива – 19 л/100 км	ЗИЛ-5301СС 	Колесная формула – 4×2 Грузоподъемность – 3000 кг Мощность двигателя – 80 кВт Вместимость кузова – 15,2 м³
КАМАЗ-4308 	Колесная формула – 4×2 Грузоподъемность – 6350 кг Мощность двигателя – 161 кВт Расход топлива – нет данных	ГАЗ-33022 	Колесная формула – 4×2 Грузоподъемность – 1350 кг Мощность двигателя – 66,2 кВт Вместимость кузова – 10,9 м³
КАМАЗ-5320 	Колесная формула – 6×4 Грузоподъемность – 8000 кг Мощность двигателя – 154 кВт Расход топлива – 24 л/100 км	КАМАЗ-55111 	Колесная формула – 6×4 Грузоподъемность – 13000 кг Мощность двигателя – 176 кВт Расход топлива – 28 л/100 км

Приложение 2

Нормативы системы ТО и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта

Тип подвижного состава	Марка автомобиля	Нормативный пробег до КР, тыс. км	Периодичность ТО		Трудоемкость ТО, чел.-ч			Трудоемкость ГР, чел.-ч/1000 км
			ТО-1	ТО-2	ЕТО	ТО-1	ТО-2	
Грузовые бортовые	ГАЗ-33027 (ГАЗель)	300	10000	20000	0,34	1,8	8,4	3,2
	ЗИЛ-432720 (Бычок)	450	4000	16000	0,42	2,6	10,0	3,8
	ЗИЛ-433110	450	4000	16000	0,48	3,1	12,6	5,5
	КамАЗ-4308	300	4000	16000	0,53	3,4	14,9	5,8
	КамАЗ-5320	300	5500	16500	0,55	3,8	16,5	6,0
Самосвалы	ЗИЛ-ММЗ-2502	450	4000	16000	0,55	2,9	10,8	4,0
	КамАЗ-55111	300	5500	16500	0,58	3,8	16,5	6,0
Фургоны	ГАЗ-33022	300	10000	20000	0,35	1,8	8,0	3,2
	ЗИЛ-5301СС	450	4000	16000	0,42	2,2	9,1	3,7
Автобусы	ПАЗ-3206	450	5000	20000	0,7	5,5	18,0	5,4

Приложение 3

Районирование территории России по природно-климатическим условиям

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

Титульный лист курсовой работы

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

Кафедра эксплуатации машинно-тракторного парка

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА
ТиТТМО

Пояснительная записка к курсовой работе

ЭМ КР № № 0000 ПЗ

Выполнил: _____ Ф.И.О.
студент _____ группы
Проверил: _____ Ф.И.О.
уч. степень, уч. звание

Новосибирск 201_

Задание на курсовую работу
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

Кафедра эксплуатации машинно-тракторного парка

Технологические процессы технического обслуживания
и ремонта ТнТМО

ЗАДАНИЕ
на курсовую работу

ФИО студента _____

№ группы _____

Тема курсовой работы:

Вариант № _____

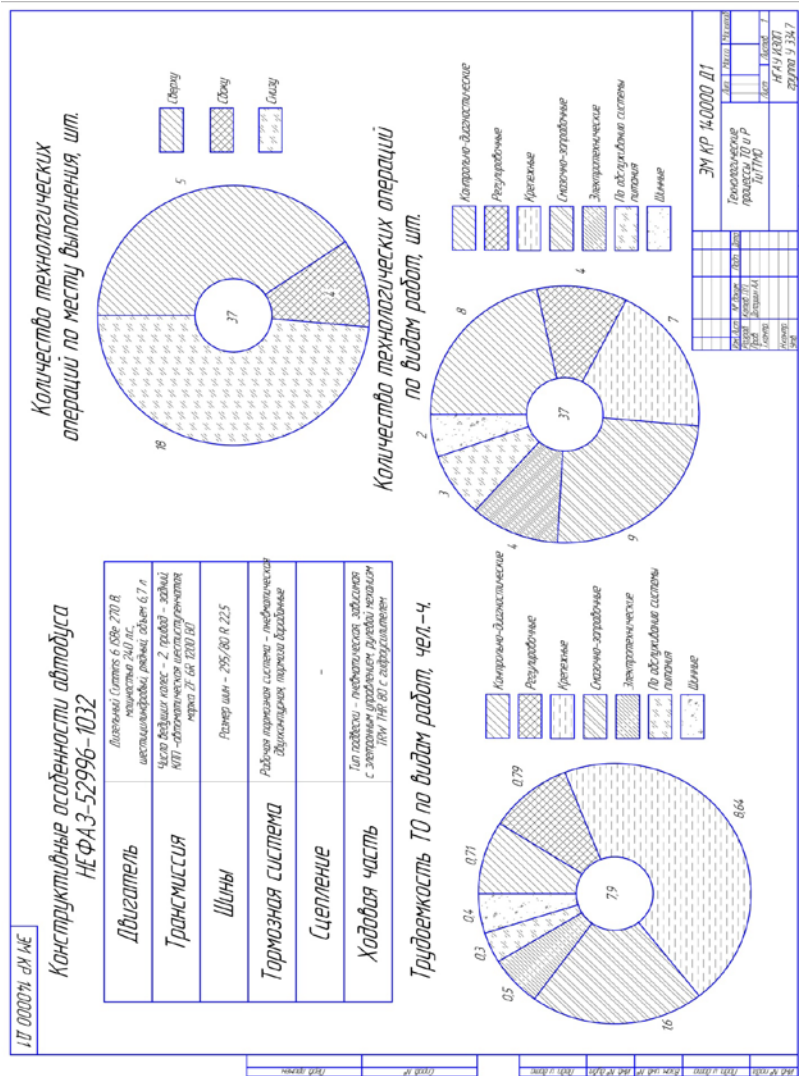
1. Марка транспортного средства	
2. Тип транспортного средства	
3. Разрабатываемый технологический процесс	
4. Суточная программа работ по техническому обслуживанию	
5. Количество постов в зоне технического обслуживания	

Задание принял (дата) _____ Подпись студента _____

Задание выдал (дата) _____ Руководитель работы _____

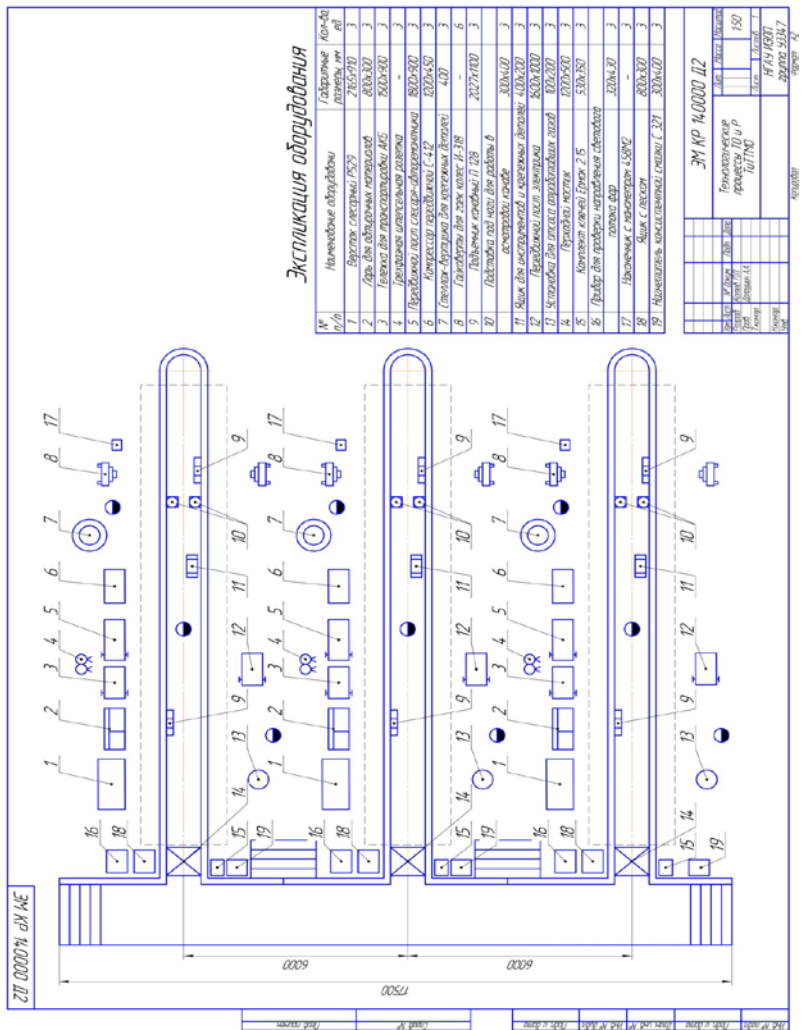
Пример оформление графической части курсовой работы

Лист № 1. Характеристика технологического процесса



Пример оформления графической части курсовой работы

Лист № 2. Схема технологической планировки зоны ТО



ПРИМЕРНЫЕ ПЕРЕЧНИ ОСНОВНЫХ ОПЕРАЦИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Техническое обслуживание № 1

Контрольные (диагностические), крепежные и регулировочные работы

Общий осмотр

1. Осмотреть автомобиль (прицеп, полуприцеп). Проверить состояние кабины, платформы, стекол, зеркал заднего вида, противосолнечных козырьков, оперения, номерных знаков, механизмов дверей, запоров бортов платформы, капота, крышки багажника, буксирного (опорно-сцепного) устройства.

2. Проверить действие стеклоочистителя и омывателей ветрового стекла и фар, действие системы отопления и обогрева стекол (в холодное время года), системы вентиляции.

Двигатель, включая системы охлаждения, смазки

3. Проверить осмотром герметичность систем смазки, питания и охлаждения двигателя (в том числе пускового подогревателя), а также крепление на двигателе оборудования и приборов.

4. Проверить состояние и натяжение приводных ремней.

5. Проверить крепление деталей выпускного тракта (приемная труба, глушитель и др.).

6. Проверить крепление двигателя.

Сцепление

7. Проверить действие оттяжной пружины и свободный ход педали сцепления. Проверить герметичность системы гидропривода выключения сцепления.

8. У автомобилей, оборудованных пневмоусилителем сцепления, проверить крепление кронштейна и составных частей силового цилиндра усилителя.

Коробка передач

9. Проверить крепление коробки передач и ее внешних деталей.

10. Проверить в действии механизм переключения передач на неподвижном автомобиле.

Гидромеханическая коробка передач

11. Проверить крепление гидромеханической коробки передач к основанию автобуса, крепление масляного поддона и состояние масляных трубопроводов.

12. Проверить крепление наконечников электрических проводов.

13. Проверить правильность регулировки механизма управления периферийными золотниками.

Задний мост

14. Проверить герметичность соединений заднего (среднего) моста.

15. Проверить крепление картера редуктора, фланцев полуосей и крышек колесных передач.

Рулевое управление и передняя ось

16. Проверить герметичность системы усилителя рулевого управления.

17. Проверить крепление и шплинтовку гаек шаровых пальцев, сошки, рычагов поворотных цапф, состояние шкворней и стопорных шайб гаек.

18. Проверить люфт рулевого колеса и шарниров рулевых тяг.

19. Проверить затяжку гаек клиньев карданного вала рулевого управления.

Тормозная система

20. Проверить компрессор: визуальное внешнее состояние, работу на слух и создаваемое давление по штатному манометру.

21. Проверить состояние и герметичность трубопроводов и приборов тормозной системы.

22. Проверить эффективность действия тормозов на стенде.

23. Проверить шплинтовку пальцев штоков тормозных камер пневматического привода тормозов, величины хода штоков тормозных камер, свободного хода педали тормоза.

24. Проверить и при необходимости устранить неисправности тормозного крана пневматического привода тормозов.

25. Проверить состояние и герметичность главного цилиндра, усилителя, колесных цилиндров и их соединений с трубопроводами.

26. Проверить исправность привода и действие стояночного тормоза.

Рама, подвеска, колеса

27. Проверить осмотром состояние рамы, узлов и деталей подвески, буксирного и опорно-сцепного устройств. Проверить состояние и действие механизма подъема опорных катков (полуприцепа).

28. Проверить крепление стремянок и пальцев рессор, крепление колес.

29. Проверить герметичность пневматической подвески.

30. Проверить состояние шин и давление воздуха в них: удалить посторонние предметы, застрявшие в протекторе и между спаренными колесами.

Кабина, платформа (кузов) и оперение

31. Проверить состояние и действие запорного механизма, упора-ограничителя и страхового устройства опрокидывающейся кабины.

32. Проверить состояние и действие замков, петель и ручек дверей кабины.

33. Проверить крепление платформы к раме автомобиля, держателя запасного колеса; у полуприцепа проверить состояние и крепление средней стойки.

34. Проверить крепление крыльев, подножек, брызговиков. Осмотреть поверхности кабины и платформы; при необходимости зачистить места коррозии и нанести защитное покрытие.

Система питания

35. Проверить осмотром состояние приборов системы питания, их крепление и герметичность соединений.

36. У автомобилей с дизельными двигателями проверить действие привода насоса высокого давления.

37. Проверить при необходимости и отрегулировать содержание окиси углерода (СО) в отработавших газах бензиновых двигателей.

Электрооборудование

38. Очистить аккумуляторную батарею от пыли, грязи и следов электролита; прочистить вентиляционные отверстия, проверить крепление и надежность контакта наконечников проводов с выводными штырями; проверить уровень электролита.

39. Проверить действие звукового сигнала, ламп щитка приборов, освещения и сигнализации, контрольно-измерительных приборов, фар, подфарников, задних фонарей, стоп-сигнала и переключателя света, а в холодное время года – приборов электрооборудования, системы отопления и пускового подогревателя.

40. Проверить крепление генератора и стартера и состояние их контактных соединений.

41. Проверить крепление прерывателя-распределителя, протереть контакты прерывателя полотняной тканью.

Спидометровое оборудование

42. Проверить надежность крепления гибкого вала к спидометру с механическим приводом и к коробке передач, а также целостность оболочки гибкого вала (в креплении наконечников оболочки гибкого вала не должно быть зазора).

43. Проверить состояние и крепление привода спидометра с электрическим приводом и датчика. Провода привода спидометра и датчика не должны иметь повреждений и должны быть закреплены.

44. Проверить правильность опломбирования спидометра в соответствии с действующей инструкцией.

Смазочные и очистительные работы

45. Смазать узлы трения и проверить уровень масла в картерах агрегатов и бачках гидроприводов в соответствии с химмотологической картой; проверить уровень жидкости в гидроприводе

тормозов и выключения сцепления, жидкости в бачках омывателей ветрового стекла и фар, а в холодное время года – и в предохранителе от замерзания (в тормозном приводе).

46. Прочистить сапуны коробки передач и мостов.

47. Промыть воздушные фильтры гидровакуумного (вакуумного) усилителя тормозов.

48. Спустить конденсат из воздушных баллонов пневматического привода тормозов.

49. Очистить от пыли и грязи сетки забора воздуха на картере гидротрансформатора.

50. У автомобилей с дизельным двигателем слить отстой из топливного бака и корпусов фильтров тонкой и грубой очистки топлива, проверить уровень масла в топливном насосе высокого давления и регуляторе частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Дополнительные работы по автомобилям-самосвалам и тягачам

1. Проверить осмотром состояние надрамника, брусьев надрамника и шарнирных соединений устройства подъема платформы, опорно-цепного и буксирного устройств.

2. Проверить состояние и герметичность соединений маслопроводов, шлангов, действие устройства подъема платформы, состояние предохранительного упора платформы.

3. Проверить состояние заднего борта и действие его запорного устройства.

4. Проверить осмотром состояние и крепление коробки отбора мощности, крышек осей опрокидывающейся платформы, соединений штока и цилиндра устройства подъема платформы.

5. Проверить уровень масла в бачке механизма подъема платформы: при необходимости долить или заменить его (по графику).

Специфические работы по автобусам и легковым автомобилям

1. Проверить осмотром состояние каркаса, пола, обивки сидений, запоров окон и люков, поручней, кронштейнов.

2. Проверить состояние, крепление и действие габаритных фонарей, ламп освещения указателя маршрута и маршрутного номера.

3. Проверить осмотром состояние дверей и механизмов их открывания; проверить действие стеклоподъемников, замков дверей, капота, крышки багажника; проверить состояние панели приборов, обивки кузова (для легковых автомобилей); проверить действие сигнализации из салона к водителю.

4. Проверить исправность пневматической подвески и работу регуляторов положения кузова.

5. Проверить осмотром состояние ферм, лонжеронов основания кузова.

Специфические работы по техническому обслуживанию системы питания газобаллонных автомобилей, работающих на сжиженном газе

1. Проверить внутреннюю герметичность расходных вентилей и наружную герметичность арматуры газового баллона (перед постановкой автомобиля на пост или линию технического обслуживания закрыть расходные вентили, выработать газ из системы; при необходимости удалить газ из баллона). В случае не герметичности арматуры газового баллона автомобиль не может быть допущен на пост (линию) технического обслуживания до устранения выявленных неисправностей.

2. Проверить осмотром состояние, крепление и герметичность газового оборудования и газопроводов.

3. Проверить состояние и крепление газового баллона к кронштейнам.

4. Проверить состояние, крепление и герметичность приборов бензиновой системы питания двигателя.

5. Смазать резьбы штоков магистрального, дополнительного и расходных вентилей; снять, очистить и установить на место фильтрующий элемент магистрального фильтра и сетчатый фильтр газового редуктора.

6. После проведения технического обслуживания проверить герметичность газовой системы сжатым воздухом. Проверить пуск и работу двигателя на холостом ходу при различной частоте

те вращения коленчатого вала; проверить и при необходимости отрегулировать содержание СО в отработавших газах двигателя.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ № 2

Контрольно-диагностические, крепежные и регулировочные работы

Двигатель, включая системы охлаждения, смазки

1. Проверить и отрегулировать тепловой зазор в клапанном механизме.
2. Проверить осмотром герметичность системы отопления и пускового подогревателя.
3. Проверить состояние и действие привода жалюзи (шторки), радиатора, термостата, сливных кранов.
4. Проверить крепление радиатора, его облицовки, жалюзи, капота.
5. Проверить крепление вентилятора, водяного насоса и крышки распределительных шестерен (цепи, ремня).
6. Проверить осмотром герметичность системы смазки.
7. Проверить крепление головок цилиндров двигателя и стоек осей коромысел.
8. Проверить крепление трубопроводов глушителя.
9. Проверить крепление поддона картера двигателя, регулятора частоты вращения коленчатого вала.
10. Проверить состояние и крепление опор двигателя.

Сцепление

11. Проверить крепление картера сцепления.

Гидромеханическая коробка передач

12. Проверить крепление крышек подшипников и картера гидротрансформатора к картеру коробки передач.
13. Проверить правильность регулировки режимов автоматического переключения передач.
14. Проверить давление масла в системе.
15. Проверить исправность датчика температуры масла.
16. Проверить состояние и крепление датчика спидометра.

Карданная передача

17. Проверить люфт в шарнирах и шлицевых соединениях карданной передачи, состояние и крепление промежуточной опоры и опорных пластин игольчатых подшипников.

18. Проверить крепление фланцев карданных валов.

Задний мост

19. Проверить крепление гайки фланца ведущей шестерни главной передачи (при снятом карданном вале).

20. Закрепить фланцы полуосей.

Рулевое управление и передняя ось

21. Проверить состояние и правильность установки балки передней оси.

22. Проверить и при необходимости отрегулировать углы установки передних колес.

23. Проверить крепление картера рулевого механизма, рулевой колонки и рулевого колеса.

24. Проверить состояние и крепление карданного вала рулевого управления.

25. Проверить состояние цапф поворотных кулаков и упорных подшипников, состояние подшипников ступиц передних колес и сальников ступиц, крепление клиньев шкворней.

Тормозная система

26. Проверить крепление компрессора, тормозного крана и деталей его привода, главного тормозного цилиндра, усилителя тормозов.

27. Проверить крепление воздушных баллонов.

28. Проверить состояние тормозных барабанов (дисков), колодок, накладок, пружин и подшипников колес (при снятых ступицах).

29. Проверить крепление тормозных камер, их кронштейнов и опор разжимных кулаков, опорных тормозных щитов передних и задних колес.

30. У автомобилей с пневматическим приводом тормозов проверить шплинтовку пальцев штоков тормозных камер, отрегу-

лизовать свободный ход педали тормоза и зазоры между накладками тормозных колодок и барабанами колес.

31. У автомобилей с гидравлическим приводом тормозов проверить действие усилителя тормозов, величину свободного и рабочего хода педали тормоза; при необходимости долить жидкость в главные тормозные цилиндры; отрегулировать зазоры между накладками тормозных колодок и тормозными барабанами колес; при попадании воздуха в гидравлическую систему привода удалить воздух из системы.

Рама, подвеска, колеса

32. Проверить крепление хомутов, стремянок и пальцев рессор, амортизаторов, реактивных штанг и оси балансирной подвески. Проверить герметичность амортизаторов, состояние и крепление их втулок. Проверить состояние и действие механизмов подъема опорных катков полуприцепа, при необходимости заменить втулки.

33. Отрегулировать подшипники ступиц колес.

34. Проверить состояние колесных дисков и крепление колес, состояние шин и давление воздуха в них; удалить посторонние предметы, застрявшие в протекторе; проверить крепление запасного колеса.

35. Проверить и при необходимости провести балансировку колес.

Кабина, платформ (кузов) и оперение

36. Проверить состояние и крепление узлов и деталей опрокидывающейся кабины.

37. Проверить состояние систем вентиляции и отопления, а также уплотнителей дверей и вентиляционных люков.

Система питания бензиновых двигателей

38. Проверить крепление и герметичность топливных баков, соединений трубопроводов, карбюратора и топливного насоса.

39. Проверить действие привода, полноту открывания и закрывания дроссельной и воздушной заслонок.

40. Проверить работу топливного насоса без снятия с двигателя.

41. Проверить уровень топлива в поплавковой камере карбюратора.

42. Отрегулировать минимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя в режиме холостого хода.

Система питания дизелей

43. Проверить крепление и герметичность топливного бака, соединений трубопроводов, топливных насосов, форсунок, фильтров, муфт привода.

44. Снять и проверить форсунки на специальном приборе.

45. Проверить исправность механизма управления подачей топлива.

46. Проверить действие останова двигателя.

47. Проверить циркуляцию топлива и при необходимости отпрессовать систему.

48. Проверить надежность пуска двигателя и отрегулировать минимальную частоту вращения коленчатого вала в режиме холостого хода.

49. Проверить работу двигателя, топливного насоса высокого давления, регулятора частоты вращения коленчатого вала; определить дымность отработавших газов.

50. Проверить угол опережения впрыска топлива.

Аккумуляторная батарея

51. Проверить состояние батареи по плотности электролита и напряжению элементов под нагрузкой.

52. Проверить состояние и крепление электрических проводов, соединяющих аккумуляторную батарею с массой и внешней цепью, действие выключателя аккумуляторной батареи, а также ее крепление в гнезде.

Генератор, стартер, реле-регулятор

53. Осмотреть и при необходимости очистить наружную поверхность генератора, стартера и реле-регулятора от пыли, грязи и масла.

54. Проверить крепление шкива генератора.

Приборы зажигания

55. Проверить состояние и при необходимости очистить поверхность катушки зажигания, проводов низкого и высокого напряжения от пыли, грязи и масла.

56. Вывернуть свечи зажигания и проверить их состояние.

57. Проверить состояние и при необходимости снять с двигателя прерыватель-распределитель, очистить наружную поверхность от пыли, грязи и масла, очистить внутреннюю поверхность распределителя, проверить состояние контактов прерывателя и при необходимости отрегулировать угол замкнутого состояния контактов, смазать вал, ось рычажка, фильц и втулку кулачка. Установить прерыватель-распределитель на двигатель.

58. При наличии контактно-транзисторной системы зажигания, не снимая прерыватель с двигателя, очистить наружную поверхность от пыли, грязи и масла, протереть внутреннюю поверхность крышки распределителя, протереть контакты, смазать вал, фильц, ось рычажка и втулку кулачка.

Приборы освещения и сигнализации

59. Проверить крепление и действие подфарников, задних фонарей и стоп-сигнала, указателей поворотов, ламп щитка приборов и звукового сигнала.

60. Проверить установку, крепление и действие фар; отрегулировать направление светового потока фар.

61. Очистить от грязи поверхность и клеммы ножного переключателя света и включателя стоп-сигнала.

Спидометровое оборудование

62. Проверить правильность монтажа гибкого вала привода спидометра, который должен быть закреплен скобками и не иметь крутых изгибов, особенно вблизи его концов.

63. Проверить вращение барабанчика с цифрами-указателями пробега и правильность показаний скорости по одной точке (выполняется при наличии диагностического оборудования). Проверка работоспособности спидометров производится мето-

дом сравнения показаний его с показаниями прибора, установленного на диагностическом стенде. Проверить правильность опломбирования спидометра и его привода в соответствии с действующей инструкцией.

Смазочные и очистительные работы

64. Смазать узлы трения автомобиля в соответствии с химмотологической картой.

65. Проверить уровень масла в топливном насосе высокого давления и регуляторе частоты вращения двигателя.

66. Слить отстой из корпусов масляных фильтров.

67. Очистить и промыть клапан вентиляции картера двигателя.

68. Промыть фильтрующий элемент воздушного фильтра двигателя и компрессора; заменить в них масло.

69. Заменить (по графику) масло в картере двигателя, промыть при этом фильтрующий элемент фильтра грубой очистки и заменить фильтрующий элемент фильтра тонкой очистки масла или очистить центробежный фильтр.

70. Снять и промыть фильтры насоса гидроусилителя рулевого управления и фильтр усилителя тормозов.

71. Прочистить сапуны и долить или заменить (по графику) масло в картерах агрегатов и бачках гидропривода автомобиля в соответствии с химмотологической картой.

72. Снять и промыть топливный фильтр-отстойник и фильтр тонкой очистки топлива. У автомобилей с дизельным двигателем снять и промыть корпуса фильтров предварительной и тонкой очистки топлива и заменить фильтрующие элементы.

73. Осмотреть и при необходимости очистить отстойник топливного насоса от воды и грязи.

74. Промыть фильтрующие элементы влагоотделителя.

Специфические работы по автомобилям, работающим на сжиженном газе

1. Перед проведением сезонного технического обслуживания газ из баллонов слить, а баллон дегазировать инертным газом.

2. Проверить давление срабатывания предохранительного клапана газового баллона.

3. Продуть газопроводы сжатым воздухом.

4. Проверить работу ограничителя максимальной частоты вращения коленчатого вала.

5. Провести контрольную проверку манометра с регистрацией результатов в журнале контрольных проверок.

6. Продуть топливопроводы сжатым воздухом.

7. Один раз в год при подготовке автомобилей к зимней эксплуатации: снять с автомобиля газовый редуктор, смеситель газа, испаритель, магистральный вентиль и магистральный газовый фильтр; разобрать, промыть, собрать и отрегулировать на стенде; при необходимости устранить неисправности и проверить герметичность; снять крышки вентиля расходных, наполнительного и контроля максимального наполнения, проверить состояние деталей; снять предохранительный клапан, отрегулировать на стенде и опломбировать; проверить манометр, опломбировать и поставить клеймо со сроком следующей проверки.

Один раз в 2 года: освидетельствовать газовый баллон с арматурой; провести гидравлические и пневматические испытания; произвести окраску баллона и нанести клеймо со сроком следующего освидетельствования.

Дополнительные работы по автомобилям-самосвалам и тягачам

1. Проверить исправность предохранительного упора подъемного устройства платформы.

2. Проверить состояние и крепление надрамника, коробки отбора мощности и других узлов и деталей крепления платформы и ее подъемного устройства.

3. Проверить состояние заднего борта платформы и действие его запорного устройства.

4. Проверить состояние трубопроводов, шлангов и герметичность соединений гидравлической системы подъемного устройства платформы.

5. Слить отстой из корпуса гидроподъемника, промыть фильтрующий элемент масляного бака, проверить уровень масла в нем и при необходимости долить или заменить (по графику) масло.

6. У автомобилей-тягачей проверить состояние и крепление деталей опорно-сцепного или буксирного устройств; смазать эти устройства.

Специфические работы по автобусам и легковым автомобилям

1. Проверить состояние и крепление деталей основания кузова, шпангоутов, боковин, облицовки салона, перегородок дверей, ступенек, подножек, пола, рам окон, сидений, потолочных вентиляционных люков и поручней. Проверить состояние специальных противокоррозионных покрытий и окраски кузова. При необходимости зачистить места коррозии и нанести защитное покрытие.

2. Проверить состояние сиденья водителя и механизма регулировки его положения, дверки люка маршрутного указателя, капота или двери моторного отсека.

3. Проверить состояние и действие приборов освещения салона, а также системы вентиляции и отопления.

4. Проверить состояние и действие механизмов открывания дверей; при необходимости снять их для проверки состояния деталей.

5. Проверить крепления узлов и деталей пневматической подвески и стабилизатора поперечной устойчивости.

6. Проверить состояние и действие замков и петель капота и крышек багажника.

7. Произвести (по графику) дезинфекцию салона и мойку теплой водой с моющим составом стен, потолка, поручней, окон, дверей, подушек и спинки сидений.

Приложение 9

Значения коэффициента a_l

№ п/п	Вид строительного ограждения	a_l
1	Наружные стены и покрытия, чердачные перекрытия с кровлей из штучных материалов	1,0
2	Наружные стены и покрытия, чердачные перекрытия с кровлей из рулонных материалов	0,9
3	Перекрытия над неотапливаемыми подвалами, имеющими световые проемы	0,7
4	Перекрытия над неотапливаемыми подвалами без световых проемов	0,6
5	Окна	1,05
6	Двери различных конструкций и высотой $h_{дв}$, м	$(0,2 \sim 0,34) h_{дв}$
7	Ворота автомобильные без тепловых завес	3,0

Приложение 10

Значения коэффициентов α_v и α_n

Вид поверхности ограждения	α_v	α_n
Внутренняя поверхность стен и полов	8,7	—
Внутренняя поверхность гладких перекрытий	8,7	—
Внутренняя поверхность ребристых перекрытий	7,5	—
Поверхности, соприкасающиеся с наружным воздухом	—	23,3
Поверхности перекрытий, выходящие на чердак	—	11,6
Поверхности перекрытий, выходящие в подвал	—	5,8

Приложение 11

Оптимальная температура воздуха на постоянных и непостоянных местах производственных помещений

Период года	Категория работ	Оптимальная температура $t_{\text{вп}}, ^\circ\text{C}$
Теплый	Легкая:	
	1а	23–25
	1б	21–22
	Средней тяжести:	
	2а	21–23
Холодный	2б	20–22
	Тяжелая:	
	3	18–20
	Легкая:	
	1а	22–24
	1б	21–23
	Средней тяжести:	
	2а	18–20
	2б	17–19
	Тяжелая:	
	3	16–18

Приложение 12

Удельные тепловые характеристики зданий на вентиляцию

Наименование производственного помещения	Объем здания V_z , тыс. м ³	Удельная тепловая характеристика q_v , Дж/см ³ °C
Кузнечный цех	До 10	0,81–0,70
	10–50	0,70–0,58
	50–100	0,58–0,35
Механический цех	5–10	0,47–0,29
	10–15	0,29–0,17
	50–100	0,17–0,14
	100–200	0,14–0,09
Ремонтный цех	5–10	0,23–0,17
	10–20	0,17–0,12
Бытовые и административные здания	2–5	0,14–0,16
	5–10	0,12–0,16
	10–20	0,11–0,13

Приложение 13

Основные характеристики оборудования для ТО и ремонта автомобилей

Марка	Устан. мощность, кВт	Дополнительные сведения
1	2	3
<i>Компрессоры</i>		
C-412	2,2	Передвижной, производительность 0,16 м ³ /мин
C-415	5,5	Стационарный, производительность 0,63 м ³ /мин
C-416	11	Стационарный, производительность 1 м ³ /мин
<i>Установки для мойки автомобилей</i>		
M-127	55,5	Стационарная, струйно-щеточная
M-129	48,8	Стационарная струйная, автоматическая
M-133	34,5	Стационарная, конвейерная
Argon 2010T	3,2	Передвижная
Solar 2220T	4,4	Передвижная
<i>Подъемное оборудование</i>		
Mistral	2,2	Одностоечный, грузоподъемность 2 т
П-126	4,4	Двухстоечный, грузоподъемность 16 т
П-142	12,5	Шестистоечный, грузоподъемность 16 т
П-155	16	Четырехстоечный, грузоподъемность 4 т
<i>Стенды для диагностирования тормозной системы</i>		
K-208M	12	Допустимая нагрузка на ось 2 т
КИ-8944	9,5	Допустимая нагрузка на ось 1,5 т
K-486	10	Допустимая нагрузка на ось 2 т
<i>Топливные стенды</i>		
КИ-22201А	7,5	До 12 секций, стрелочные приборы
КИ-22204	7,5	До 12 секций электронный блок
КИ-921	5,4	До 8 секций, стрелочные приборы
<i>Установки для мойки агрегатов</i>		
ОМ-1366Г	7,5	Производительность 1 т/ч
ОМ-837Г	11,4	Производительность 1 т/ч
ОМ-576	26,2	Производительность 1,6 т/ч
ОМ-4267	69,3	Производительность 2,2~4,3 т/ч
<i>Обкаточно-тормозные стенды</i>		
КИ-5247	160	—
КИ-5540	90	
КИ-2139Б	55	
<i>Подвесные кран-балки</i>		
ТЭ 05–521	0,8	Грузоподъемность 0,5 т, высота подъема 12 м
ТЭ 2–511	1,0	Грузоподъемность 2,0 т, высота подъема 6 м
ТЭ 3–511	1,5	Грузоподъемность 3,0 т, высота подъема 6 м
ТЭ 5–951	2,0	Грузоподъемность 5,0 т, высота подъема 12 м

<i>Сварочные трансформаторы</i>		
ТСП-1	12,0	Номинальный сварочный ток 160 А
ТД-300	19,4	Номинальный сварочный ток 300 А
ТСД-500	32	Номинальный сварочный ток 500 А
СТШ-500	33	Номинальный сварочный ток 500 А
<i>Токарно-винторезные станки</i>		
16Б04А	1,1	Макс. Ø обраб. изделия над станиной 200 мм
1А61	4,5	Макс. Ø обраб. изделия над станиной 320 мм
16К20	10	Макс. Ø обраб. изделия над станиной 400 мм
16К25	10	Макс. Ø обраб. изделия над станиной 500 мм
1А64	17	Макс. Ø обраб. изделия над станиной 800 мм
<i>Фрезерные станки</i>		
6Р80Г	3,8	Макс. продольное перемещение стола 500 мм
6Р81	7,0	Макс. продольное перемещение стола 1000 мм
6Д82Г	9,7	Макс. продольное перемещение стола 1250 мм
<i>Шлифовальные станки</i>		
3У10В	1,1	Класс точности В
3Е-12	3,0	Класс точности А
3У142	7,5	Класс точности П
<i>Сверлильные станки</i>		
ТМНС-12	0,8	Максимальный Ø сверления 20 мм
2М112	0,55	Максимальный Ø сверления 16 мм

Приложение 14

Световые и электрические параметры ламп накаливания и люминесцентных ламп

Тип лампы	Световой поток, лм	Мощность, Вт
<i>Лампы накаливания 220 В</i>		
БК-40	460	40
Б-60	715	60
БК-800	11450	800
Г-300	4600	300
Г-500	8300	500
Г-1000	18600	1000
<i>Люминесцентные лампы</i>		
ЛДЦ 30	1450	30
ЛД 30	1640	30
ЛБ 30	2100	30
ЛБ 40	3000	40
ЛДЦ 80	3560	80
ЛБ 80	5220	80

Приложение 15

Базовые нормы расхода топлива для автомобилей

Марка, модель автомобиля	Базовая норма, л или м ³	Норма давления в шинах, кгс/см ²	Грузоподъемность автомобиля, т
Бортовой автомобиль ЗИЛ-431810	42,0 гсн	7,3	6
Бортовой автомобиль ЗИЛ-5301 «Бычок»	14,78 д	6,75	3
Бортовой автомобиль КамАЗ-5320	25,0 д	6,3	8
Автомобиль-тягач МАЗ-5429	23,0 д	8,4	8
Автомобиль-фургон ГАЗ-33022 «Газель»	16,5 б	4,75	1,35
Автомобиль-фургон ИЖ-271501	11,0 б	2,5	0,65
Автомобиль-самосвал МАЗ-6501	45,4 д	8,15	20,1
Автомобиль-самосвал КамАЗ-5511	34,0 д	6,9	13
Автомобиль-самосвал ЗИЛ-4546	39,3 б	7,3	5,8
Автомобиль-самосвал MAN TGA 33.350	39,2 д	7,8	19,65
Автомобиль-самосвал Scania P380CB	46,5 д	8,25	25,5
Автомобиль-самосвал 1 Volvo FM 13.400	45 д	8,2	25
ВАЗ-21126 (Lada Granta)	8,3	—	—
Lada Largus 1.6 (Renault K4M)	10,6	—	—
ВАЗ-21310 (Niva)	10,6	—	—
ГАЗ-31105 (Chrysler)	11,2	—	—
НефАЗ-5299-017-33 (м/г)	29,4 д	—	—
ЛиАЗ-5256.36 (гор.)	41,3 д	—	—

Примечание: д – дизельное топливо; б – бензин; гсн – газ сжатый нефтяной.

Приложение 16

Дополнительные нормы расхода топлива

Вид топлива	Норма Н _в , л или м ³ /100 т·км	Норма Н _д , л или м ³ /т	Норма Н _в , л или м ³ /т	Норма Н _з , л или м ³ /на езду
Бензин	2 л	2 л	2 л	0,25 л
Дизельное то- пливо	1,3 л	1,3 л	1,3 л	0,25 л
Сжиженный газ	2,5 л	2,5 л	2,5 л	0,25 л
Природный газ	2 м ³	2 м ³	2 м ³	2 м ³
При газодизель- ном питании	1,2 м ³ при- родного газа и 0,25 л дизто- плива	1,2 м ³ при- родного газа и 0,25 л дизтоплива	1,2 м ³ при- родного газа и 0,25 л дизтоплива	0,2 м ³ при- родного газа и 0,1 л дизто- плива

Приложение 17

Технические характеристики прицепов и полуприцепов

Марка прицепа или полупри- цепа	Грузоподъемность прицепа или полу- прицепа, т	Собственная мас- са прицепа или полуприцепа, т
Прицеп ГKB-8350	8,5	3,2
Полуприцеп МАЗ-5205А	27,5	7,5
Прицеп самосвальный ГKB-8527	7,5	4,1
Прицеп самосвальный МАЗ-856102–010	21,0	9

Приложение 18

Технические характеристики АКБ

Марка аккумулятора	Нормативный срок эксплуатации, лет	Объем электролита в АКБ, л	Масса АКБ без электролита, кг	Масса АКБ с электролитом, л
6СТ-55	3	3,8	12,1	15,9
6СТ-90	3	6,0	20,5	26,5
6СТ-190	3	11,7	37,3	49,0

Приложение 19

Характеристики некоторых фильтрующих элементов автомобилей

Марка автомашин	Масса воздушн. фильтра, кг	Масса топлив. фильтра, кг	Масса маслян. фильтра, кг	Масса от- раб. возд. фильтра, кг	Масса отраб. топливн. фильтра, кг	Масса от- раб. масл. фильтра, кг
ЗИЛ-431810	0,77	0,085	0,22	1,16	0,26	0,66
ЗИЛ-5301	0,50	0,10	1,50	0,75	0,30	4,50
КамАЗ-5320	2,00	0,09	0,22	3,00	0,27	0,66
ГАЗ-33022	0,85	0,10	0,01	1,28	0,30	0,03

Приложение 20

Некоторые характеристики тормозной системы и ходовой части автомобилей

Марка, модель автомобиля	Масса новой тормозной накладки, кг	Типо- размер и марка шины	Коли- чество шин на автомоби- ле, шт	Норма- тивный пробег, тыс. км	Масса одной шины, кг
1	2	3	4	5	6
Бортовой автомобиль ЗИЛ-431810	0,75	9,00 R20 М-184	6	75	71,6
Бортовой автомобиль ЗИЛ-5301 «Бычок»	0,75	225/75 R16C М-253	6	45	15,7
Бортовой автомобиль КамАЗ-5320	0,95	9,00 R20 М-184	6	75	71,6
Автомобиль-тягач МАЗ-5429	0,8	12,00 R20 И109-Б	6	85	64,9
Автомобиль-фургон ГАЗ-33022 «Газель»	0,36	175/80 R16C Я-477	6	75	14,2
Автомобиль-фургон ИЖ-271501	0,12	165/70 R13 Я-370	4	40	8,3
Автомобиль-самосвал МАЗ-6501	0,8	12,00 R20 И109-Б	10	85	64,9
Автомобиль-самосвал КамАЗ-5511	0,95	9,00 R20 М-184	10	75	71,6
Автомобиль-самосвал ЗИЛ-4546	0,75	9,00 R20 БЦИ-342	6	80	42,7
Автомобиль- самосвал MAN TGA 33.350 (13,35)	1,85	12,00 R20	10	100	64,9
Автомобиль-самосвал Scania P380CB (13,5)	1,3	12,00 R20	10	100	64,9
Автомобиль-самосвал 1 Volvo FM 13.400 (15000)	1,25	12,00 R20	10	100	64,9
ВАЗ-21126 (Lada Granta)	0,15	175/65 R14	4	55	6,4
Lada Largus 1.6 (Renault K4M)	0,18	175/65 R14	4	55	6,6
1	2	3	4	5	6

Окончание прил. 20

ВАЗ-21310 (Niva)	0,2	185/75R16 K-156	4	45	12,6
ГАЗ-31105 (Chrysler)	0,2	195 / 65 R15	4	50	9,1
НефАЗ-5299–017–33 (м/г)	0,95	11/70 R22,5 И-305	6	60	71,6
ЛиАЗ-5256.36 (гор.)	1,55	11/70 R22,5 И-305	6	60	71,6

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКИМ ОСНОВАМ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМО- БИЛЕЙ	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. Методика сбора, обработки и анализа статистических данных по надежности автомобилей ...	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. Определение периодичности ТО автомобилей по допустимому уровню вероятности безот- казной работы	13
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. Определение периодичности технического обслуживания по изменению и допустимому уровню диагностического параметра.....	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. Определение периодичности технического обслуживания по технико-экономическому методу.....	21
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. Расчет оптимального срока службы автомобиля.....	24
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. Группирование операций технического обслуживания и текущего ремонта	28
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. Оценка точности и эффектив- ности диагностирования технического состояния элементов автомобиля.....	34
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8. Влияние условий эксплуата- ции автомобилей на периодичность ТО и пробег до КР	41
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9. Влияние условий эксплуата- ции автомобилей различного типа на трудоемкость ТО и ТР	51
2. КУРСОВАЯ РАБОТА ПО ТЕМЕ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ТО И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ»	58
Содержание и оформление курсовой работы.....	58
Разработка операционной технологической карты	62
Организация зоны то автомобилей.....	71

3. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ	82
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. Определение мощности ди- зельного двигателя бестормозными методами.....	82
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. Диагностика системы пита- ния дизельного двигателя.....	106
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. Диагностика цилиндропорш- невой группы и кривошипно-шатунного механизма ДВС.....	115
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. Контроль основных показате- лей работы двигателя КамАЗ-740 с использованием дизель- тестера АДТ.....	133
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. Диагностика системы пита- ния и системы зажигания бензинового двигателя	155
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. Диагностика состояния сис- тем автомобиля с помощью компьютерной программы-скане- ра «АВТОАС-СКАН»	165
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. Контроль токсичности отра- ботавших газов с применением газоанализатора «АВТОТЕСТ- 01.02».....	184
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8. Анализ режимов работы двигателя и их влияние на состав выхлопных газов	195
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9. Диагностирование ходовой части и рулевого управления автомобиля.....	209
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10. Диагностирование техни- ческого состояния свечей зажигания двигателей внутреннего сгорания	215
4. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕС- КИМ ПРОЦЕССАМ ТО И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ.....	236
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. Проверка и регулировка угла схождения передних колес автомобиля	236
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. Удаление воздуха и регули- ровка свободного хода педали в тормозной системе.....	242
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. Проверка и регулировка за-	

зора в клапанном механизме двигателя ЗИЛ-130	251
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. Проверка и регулировка дисбаланса колес	255
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. Проверка и регулировка зазора в клапанном механизме двигателя ВАЗ-2109	260
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. Разборка, сборка и регулировка редуктора заднего моста автомобилей ВАЗ	268
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. Ремонт боковых порезов радиальных шин	277
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8. Проверка дымности отработавших газов дизельного двигателя	287
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9. Регулировка зазора в подшипниках ступиц колес	293
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10. Проверка и регулировка угла опережения впрыска топлива двигателя	300
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11. Ремонт повреждений протектора шин методом холодной вулканизации	306
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12. Замена моторного масла в двигателе автомобиля	311
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13. Смазка подшипниковых узлов с использованием централизованной системы смазки ...	317
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 14. Проверка и регулировка натяжения приводных ремней двигателя	325
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 15. Проверка и регулировка угла опережения впрыска топлива двигателя	330
5. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ТРАНСПОРТЕ	339
Расчет потребности предприятия в тепловой энергии на отопление	339
Расчет потребности предприятия в тепловой энергии на вентиляцию и подачу горячей воды	342
Расчет потребности предприятия в электрической энергии ..	343
Расчет потребности в моторном топливе для бортовых грузовых автомобилей, седельных тягачей и фургонов	346

Расчет потребности в моторном топливе для самосвалов, автобусов и легковых автомобилей	352
Расчет потерь ресурса шин по автопарку	356
Расчет нормативов образования отходов при ТО и ремонте	361
6. ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА	366
Цели и задачи выпускной квалификационной работы.....	366
Тематика выпускных квалификационных работ	367
Структура выпускной квалификационной работы	368
Обоснование и расчет конструкторской разработки	372
Экономическое обоснование конструкторской разработки..	377
Порядок представления и защита выпускной квалификационной работы	384
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	387
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	391

Долгушин Алексей Александрович
Блынский Юрий Николаевич
Воронин Дмитрий Максимович
Иванов Николай Михайлович
Пискарев Александр Васильевич
Голубь Сергей Антонович
Курносков Антон Федорович
Тихоновский Виталий Владимирович
Федоров Сергей Павлович

ПРАКТИКУМ
ПО ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Учебное пособие

Редактор *М. Г. Девищенко*
Компьютерная верстка *В. Н. Зенина*

Подписано в печать 26 марта 2018 г. Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$.
Объем 23 уч.-изд. л., 26,5 усл. печ. л. Тираж 100 экз.
Изд. № 24. Заказ № 1902.

Отпечатано в Издательском центре НГАУ «Золотой колос»
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.
Тел. (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru