М. М. БОЛБАС

ОСНОВЫ
ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Допущено Министерством
высшего и среднего специального
образования БССР в качестве
учебного пособия для студентов
вузов специальности 0513
„Автомобили и тракторы"

МИНСК
„ВЫШЭЙШАЯ ШКОЛА"
1985

ББК 39.33-08я73
Б79
УДК 629.113.004(075.8)

Рецензенты: кафедра «Эксплуатация и ремонт автомобиля» Волгоградского ордена Трудового Красного Знамени политехнического института; кафедра «Автомобильный транспорт» Одесского ордена Трудового Красного Знамени политехнического института

Б $\frac{3603030000-088}{M304(05)-85}$ 55—85

© Издательство «Вышэйшая школа», 1985.

ВВЕДЕНИЕ

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года основная задача транспорта определена как полное и своевременное удовлетворение потребностей народного хозяйства и населения в перевозках, повышение эффективности и качества работы транспортной системы. Это в полной мере относится и к автомобильному транспорту, который играет важную роль в общей системе народного хозяйства страны.

Большая мобильность, возможность непосредственной доставки грузов и пассажиров «от двери к двери», приспособленность к транспортировке грузов с различными размерами и массой, возможность организации перевозок в короткие сроки — эти важные преимущества автомобильного транспорта определяют широкие границы его применения. Хорошо налаженные транспортные связи во многом определяют ритм общественного производства, темпы социально-экономических преобразований в городах и селах. Автомобилизация многих отраслей экономики становится отличительной чертой нашего времени. В добывающих отраслях промышленности, строительства, сельском хозяйстве автомобили стали неотъемлемой частью средств механизации производства. Практически любая отрасль народного хозяйства не может сегодня обходиться без автотранспортного обслуживания. В последние годы автомобильным

транспортом перевозится более 80 % народнохозяйственных грузов и более 90 % пассажиров.

На развитие, содержание и эксплуатацию автомобильного парка страны постоянно выделяются значительные материальные ресурсы. В сфере автомобильных перевозок, производства и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта занято около 9 млн. человек. На производство и эксплуатацию автомобилей расходуется большое количество высококачественных материалов. Автомобильный парк потребляет около 20% добываемых в стране нефтепродуктов [15]. Капитальные вложения на расширение и техническую реконструкцию производственной базы автотранспортных предприятий и заводов автомобильной промышленности ежегодно превышают миллиард рублей.

Тем не менее имеется необходимость повышения эффективности работы автомобильного транспорта. На низком уровне продолжает оставаться степень использования подвижного состава, относительно низка производительность труда работающих на автомобильном транспорте, высоки издержки на все виды автомобильных перевозок. Расходы на автомобильные перевозки составляют примерно 10 % стоимости промышленной продукции, до 22 % стоимости основных видов сельскохозяйственной продукции, до 30 % стоимости строительных работ [18]. Общие затраты народного хозяйства на автомобильные перевозки составляют более половины всех транспортных расходов страны. Подсчитано, что снижение эксплуатационных расходов по доставке грузов потребителям только на 1 % может обеспечить народному хозяйству страны экономию более 350 млн. р. в год [1]. Поэтому снижение транспортных издержек является большой общегосударственной задачей.

С ростом уровня автомобилизации, повышением скоростей движения увеличиваются опасность со стороны автомобиля для жизни человека, вредность для окружающей среды. Ежегодно в мире в автомобильных катастрофах погибает около 300 тыс. человек и более 8 млн. получают травмы; потери в результате автомобильных аварий только в США превышают 16 млрд. долларов в год [5]. Автомобиль является источником загрязнения атмосферы вредными веществами. Один легковой автомобиль, например, при пробеге 1 км может выделить такое количество окиси углерода, которого достаточно для насыщения ею до предельно допустимого значения около 80 тыс. м^3 воздуха [5].

Уровень уличного шума в крупных городах и промышленных центрах достигает 120...130 дБ, что значительно превосходит уровень, который длительное время может переносить человек без вредных последствий.

Основоположник науки об автомобиле акад. Е. А. Чудаков подчеркивал, что конструкция автомобиля в своем развитии должна подчиняться эксплуатационным требованиям. Затраты на осуществление транспортной работы, характер взаимодействия автомобиля с окружающей средой во многом зависят от совершенства его конструкции, определяемого эксплуатационными качествами, от того, в какой мере конструкция автомобиля соответствует условиям эксплуатации.

В связи с этим необходимо знание конструктором особенностей эксплуатации автомобилей в разнообразных дорожных и природно-климатических условиях нашей страны и вытекающих отсюда требований к его конструкции.

Многообразны требования к конструкции подвижного состава автомобильного транспорта в зависимости от вида груза, объема, расстояния

перевозок и других факторов, которыми определяются транспортные условия эксплуатации автомобилей.

Затраты на поддержание работоспособности автомобиля (техническое обслуживание и ремонт, смазочные и другие эксплуатационные материалы, восстановление и ремонт шин и т. д.) составляют значительную долю себестоимости перевозок (от 9 до 25 %), за амортизационный пробег они могут быть в 6...7 раз выше первоначальной стоимости автомобиля [1]. В большой степени эти затраты зависят от надежности автомобиля, приспособленности его конструкции к производству работ по техническому обслуживанию и ремонту. Ознакомление с видами технических воздействий, которым автомобиль подвергается в процессе эксплуатации, их технологией, применяемым оборудованием также необходимо конструктору.

ГЛАВА 1. ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛИ И ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Транспортный процесс представляет собой совокупность операций, связанных с перемещением грузов или пассажиров. К операциям транспортного процесса, например при грузовых перевозках, относят, кроме непосредственно перевозки грузов, такие подготовительные и заключительные операции, как подготовка грузов (прием, взвешивание, упаковка и маркировка), их погрузка и разгрузка, подача транспортного средства к месту погрузки.

Транспортный процесс носит циклический характер. Циклом транспортного процесса называют законченный комплекс операций, необходимых для доставки грузов или пассажиров. Для автомобильного транспорта циклом транспортного процесса является ездка. Для грузовых перевозок применяется понятие «ездка с грузом», для пассажирских — «ездка с пассажирами». Соответственно расстояние, на которое транспортируется груз,— длина ездки с грузом $l_{е.г}$, а на которое перемещается пассажир,— расстояние поездки пассажира $l_п$. Расстояние, проходимое автомобилем за какой-то период времени, называется пробегом.

Работа, совершаемая в результате осуществления перевозок — транспортная работа P,— определяется как произведение массы груза $m_г$ или числа пассажиров $n_п$ на расстояние перевозки $L_г(L_п)$ (выражается в тонно-километрах при перевозке грузов или в пассажиро-километрах при перевозке пассажиров):

$$P = m_г L_г;$$

$$P = n_п L_п.$$

При работе с постоянной фактической загрузкой $m_г$ и постоянной длине ездки с грузом $l_{е.г}$ автомобиль перевезет за $z_е$ ездок груз массой

$$m_г = m_{гг} z_е$$

и выполнит транспортную работу

$$P = m_{\text{г}} z_{\text{е}} l_{\text{е. г}}.$$

В случае непостоянной загрузки автомобиля при разной длине ездок с грузом

$$m_{\text{г}} = \sum_{i=1}^{z_{\text{е}}} m_{\text{г}zi}; \quad P = \sum_{i=1}^{z_{\text{е}}} m_{\text{г}zi} l_{\text{е. г}i}.$$

Число единиц подвижного состава, числящихся по инвентарным книгам (на балансе) за автотранспортным предприятием, называется списочным (инвентарным) парком подвижного состава $A_{\text{и}}$. По своему техническому состоянию списочный парк разделяется на подвижной состав, готовый к эксплуатации, т. е. технически исправный, $A_{\text{г. э}}$, и подвижной состав, находящийся в техническом обслуживании или ремонте или ожидании их, $A_{\text{р}}$. В свою очередь подвижной состав, готовый к эксплуатации, может находиться в двух состояниях: эксплуатации $A_{\text{э}}$ и в простое $A_{\text{п}}$ по причинам, не связанным с ремонтом или техническим обслуживанием (отсутствие топлива, груза, водителя и т. д.).

Отсюда

$$A_{\text{и}} = A_{\text{г. э}} + A_{\text{р}} = A_{\text{э}} + A_{\text{п}} + A_{\text{р}}. \qquad (1.1)$$

Для анализа степени использования подвижного состава автомобильного транспорта принята определенная система измерителей работы и их показателей.

1.2. ИЗМЕРИТЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПО ВРЕМЕНИ

Время пребывания каждой единицы парка подвижного состава в том или ином состоянии определяется в днях ($Д$) или часах (t). Календарное время (дни, часы) пребывания автомобиля (прицепа, полуприцепа) на автотранспортном предприятии $Д_{\text{и}}(t_{\text{и}})$ разделяется на время нахождения его в состоянии, готовом к эксплуатации $Д_{\text{г. э}}(t_{\text{г. э}})$, в эксплуатации $Д_{\text{э}}(t_{\text{э}})$, в техническом обслуживании и ремонте $Д_{\text{р}}(t_{\text{р}})$, время простоя в исправном состоянии $Д_{\text{п}}(t_{\text{п}})$. Таким образом,

$$Д_{\text{и}} = Д_{\text{г. э}} + Д_{\text{р}} = Д_{\text{э}} + Д_{\text{р}} + Д_{\text{п}}. \qquad (1.2)$$

Для всего парка подвижного состава соответственно используется суммарное число автомобиле-дней $АД$ (автомобиле-часов $Аt$) пребывания в том или ином состоянии всех единиц парка подвижного состава:

$$АД = \sum_{i=1}^{A_{\text{и}}} Д_i.$$

Таким образом, для парка, например, календарные автомобиле-дни

$$АД_{\text{и}} = \sum_{i=1}^{A_{\text{и}}} Д_{\text{и}i}.$$

Соответственно определяются $АД_{\text{г. э}}$, $АД_{\text{э}}$, $АД_{\text{р}}$, $АД_{\text{п}}$, $At_{\text{и}}$,$At_{\text{э}}$ и т. д. По аналогии с выражениями (1.1) и (1.2) для парка подвижного состава имеем

$$АД_{\text{и}} = АД_{\text{г. э}} + АД_{\text{р}} = АД_{\text{э}} + АД_{\text{р}} + АД_{\text{п}}.$$

С помощью рассмотренных измерителей рассчитывается только общее время пребывания автомобилей в различных состояниях. Для оценки степени использования парка подвижного состава по времени принята система относительных показателей.

Коэффициент технической готовности $\alpha_{\text{т}}$ характеризует готовность подвижного состава к выполнению перевозок. Для парка подвижного состава за $Д_{\text{и}}$ календарных дней он представляет собой отношение числа автомобиле-дней пребывания подвижного состава в технически исправном состоянии $АД_{\text{г. э}}$ к количеству календарных автомобиле-дней $АД_{\text{и}}$

$$\alpha_{\text{т}} = АД_{\text{г. э}}/АД_{\text{и}};$$

для единицы подвижного состава за $Д_{\text{и}}$ календарных дней

$$\alpha_{\text{т}} = Д_{\text{г. э}}/Д_{\text{и}};$$

для парка подвижного состава на данный момент

$$\alpha_{\text{т}} = A_{\text{г. э}}/A_{\text{и}}.$$

Коэффициент выпуска подвижного состава $\alpha_{\text{в}}$ характеризует степень использования парка за рабочее время. Для парка подвижного состава за $Д_{\text{и}}$ календарных дней

$$\alpha_{\text{в}} = \frac{АД_{\text{э}}}{АД_{\text{и}} - АД_{\text{н.п}}};$$

для единицы подвижного состава

$$\alpha_{\text{в}} = \frac{Д_{\text{э}}}{Д_{\text{и}} - Д_{\text{н.п}}},$$

где $АД_{\text{н. п}}$ и $Д_{\text{н. п}}$ — автомобиле-дни и дни нормированных простоев (выходные и праздничные).

Коэффициент использования подвижного состава $\alpha_{\text{п}}$ характеризует степень использования парка

за весь календарный период, включая и нерабочие дни. Для парка подвижного состава за $Д_и$ календарных дней

$$\alpha_и = AД_э/AД_и;$$

для единицы подвижного состава

$$\alpha_и = Д_э/Д_и.$$

Коэффициенты $\alpha_т$, $\alpha_в$ и $\alpha_и$ зависят от множества факторов эксплуатационного и конструкционного характера. Значение $\alpha_т$ колеблется от 0,75 до 0,9 для грузовых автомобилей и от 0,9 до 0,96 для легковых автомобилей и автобусов, $\alpha_и$ — в более широких пределах: от 0,5 до 0,9. Как правило, $\alpha_т > \alpha_в > \alpha_и$.

С помощью коэффициентов технической готовности, выпуска и использования подвижного состава оценивается использование его за определенный период времени в днях (целодневные простои). Однако и в рабочие дни подвижной состав, как правило, только часть времени суток находится на линии (в работе) — $At_л$. Степень его использования в течение суток оценивается с помощью коэффициента использования времени суток ρ, который представляет собой отношение продолжительностей пребывания подвижного состава на линии и в эксплуатации:

$$\rho = \frac{At_л}{At_э} = \frac{At_л}{24AД_э}.$$

Для единицы подвижного состава $\rho = t_л/(24Д_э)$. В частности, ρ зависит от количества смен работы подвижного состава в сутки.

Время работы подвижного состава на линии состоит из времени нахождения его в движении (включая простои, связанные с регулированием движения) $At_{дв}$, времени простоя под погрузкой и разгрузкой $At_{пр}$ и простоя по другим причинам (по технической неисправности, организационным причинам и др.) $At_п$:

$$At_л = At_{дв} + At_{пр} + At_п.$$

Коэффициент использования рабочего времени подвижного состава δ — отношение времени нахождения подвижного состава в движении ко времени пребывания его на линии:

$$\delta = \frac{At_{дв}}{At_л} = \frac{At_{дв}}{At_{дв} + At_{пр} + At_п}.$$

Для единицы подвижного состава $\delta = t_{дв}/t_л$.

1.3. ИЗМЕРИТЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПО ПРОБЕГУ

Общий пробег L единицы подвижного состава за время нахождения на линии включает: пробег с грузом $L_г$, являющийся рабочим (производительным), так как на нем производится транспортная работа;

пробег без груза, подразделяющийся на холостой $L_х$ и нулевой $L_н$. Холостым является пробег без груза, совершаемый при подаче подвижного состава от пункта разгрузки к пункту погрузки. Нулевым считается пробег, связанный с подачей подвижного состава от пункта стоянки к пункту погрузки и из пункта разгрузки в пункт стоянки. К нулевому пробегу относят также все пробеги, связанные с заездами на заправку, на техническое обслуживание, ремонт, для смены водителей и т. д.

Таким образом,

$$L = L_г + L_х + L_н.$$

Для оценки степени использования подвижного состава по пробегу применяют коэффициенты использования пробега и нулевых пробегов.

Коэффициент использования пробега β определяется как отношение пробега с грузом к общему пробегу за определенный промежуток времени:

$$\beta = L_г/L.$$

Коэффициент нулевых пробегов

$$\omega = L_н/L.$$

Степень использования пробега зависит от взаимного расположения погрузочно-разгрузочных пунктов и наличия грузов на них, размещения пункта стоянки подвижного состава относительно пунктов погрузки-разгрузки и т. д. На β и ω может влиять также конструкция автомобиля.

1.4. ИЗМЕРИТЕЛИ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

При различных эксплуатационных расчетах используются понятия технической скорости, эксплуатационной скорости и скорости сообщения.

Техническая скорость $v_т$ представляет собой среднюю за время движения скорость:

$$v_т = \frac{L}{At_{дв}}.$$

Средняя техническая скорость зависит от ряда технико-эксплуатационных факторов, обусловливающих работу подвижного состава на линии. В большой мере на $v_т$ влияют конструктивные особенности подвижного состава и в первую очередь его тяговые и тормозные качества, управляемость, устойчивость, маневренность, надежность и т. д.

Средняя техническая скорость зависит также от условий, в которых работает подвижной состав (тип дорожного покрытия, ширина проезжей части, интенсивность движения, климатические и метеорологические условия, квалификация водителей и т. д.).

Эксплуатационная скорость $v_э$ — это условная средняя скорость автомобиля за время нахождения его на линии:

$$v_э = \frac{L}{At_л} = \frac{L}{At_{дв} + At_{пр} + At_п}.$$

Отметим, что

$$\frac{v_э}{v_т} = \frac{L}{At_л} : \frac{L}{At_{дв}} = \frac{At_{дв}}{At_л} = \delta,$$

откуда $v_э = \delta v_т$.

Скорость сообщения $v_с$ представляет собой среднюю скорость движения грузов или пассажиров за время нахождения их в пути и определяется как отношение расстояния перевозки грузов или пассажиров к периоду времени с момента окончания погрузки (посадки) в пункте отправления до момента начала разгрузки (высадки) в пункте назначения:

$$v_с = \frac{L}{At_{дв} + At_п}.$$

Сравнение выражений для $v_т$, $v_э$ и $v_с$ показывает, что $v_э < v_с < v_т$.

1.5. ИЗМЕРИТЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПО ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ

Использование подвижного состава по грузоподъемности оценивается с помощью коэффициентов статического и динамического использования грузоподъемности.

Коэффициент статического использования грузоподъемности $\gamma_{ст}$ определяется как отношение массы фактически перевезенного груза за $z_е$ ездок к массе груза, который можно было бы перевезти при полном

использовании номинальной грузоподъемности автомобиля $m_{г.н}$:

$$\gamma_{ст} = \frac{\sum_{i=1}^{z_e} m_{гzi}}{z_e m_{г.н}}.$$

Коэффициент динамического использования грузоподъемности $\gamma_{дин}$ — отношение фактически выполненной транспортной работы к работе, которая могла бы быть выполнена при полном использовании номинальной грузоподъемности автомобиля $m_{г.н}$ за пробег с грузом $L_г$:

$$\gamma_{дин} = \frac{\sum_{i=1}^{z_e} m_{гzi} l_{е.гi}}{m_{г.н} \sum_{i=1}^{z_e} l_{е.гi}}.$$

Он позволяет оценить степень использования грузоподъемности автомобиля с учетом расстояния перевозки грузов. В случае выполнения перевозок с постоянной длиной ездки или при постоянной массе перевозимого за каждую ездку груза коэффициенты $\gamma_{ст}$ и $\gamma_{дин}$ равны.

Коэффициент статического использования вместимости автобусов $\gamma_{ст}$ определяется как отношение количества фактически перевезенных пассажиров к числу пассажиров, которых можно было бы перевезти при полном использовании вместимости и фактическом коэффициенте сменности пассажиров:

$$\gamma_{ст} = \frac{\sum_{i=1}^{z_e} n_{п.ф.pi} \eta_{см.pi}}{\sum_{i=1}^{z_e} n_{п.нi} \eta_{см.pi}},$$

где $n_{п.ф.р}$ — фактическое среднее за ездку (рейс) количество пассажиров; $\eta_{см.р}$ — коэффициент сменности пассажиров за ездку (рейс); $n_{п.н}$ — количество пассажиров, которое можно одновременно перевозить в автобусе (вместимость автобуса).

Коэффициент динамического использования вместимости $\gamma_{дин}$ — отношение фактически выполненной транспортной работы (в пассажиро-километрах) к транспортной работе, которую можно было бы выполнить

при полном использовании вместимости автобусов и фактическом коэффициенте сменности пассажиров:

$$\gamma_{\text{дин}} = \frac{\sum_{i=1}^{z_e} n_{\text{п.ф.р}i}\eta_{\text{см.р}i}l_{\text{п.р}i}}{\sum_{i=1}^{z_e} n_{\text{п.н}i}\eta_{\text{см.р}i}l_{\text{п.р}i}},$$

где $l_{\text{п. р}}$ — средняя дальность поездки пассажиров за ездку (рейс).

Коэффициент сменности пассажиров за ездку (рейс) определяется как отношение количества перевезенных за рейс пассажиров к среднему числу использованных мест в автобусе.

1.6. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Под производительностью подвижного состава автомобильного транспорта понимается объем транспортной продукции, произведенный за единицу времени. Производительность грузового автомобиля — это масса перевезенного груза (в тоннах) или выполненная транспортная работа (в тонно-километрах) за единицу времени. Производительность грузового автомобиля, отнесенная к 1 ч пребывания его на линии, называется часовой производительностью автомобиля.

Для удобства анализа выразим производительность автомобиля через соответствующие показатели, характеризующие степень использования автомобиля в период эксплуатации.

За отправной момент возьмем эксплуатационную скорость $v_э$, которая численно равна пробегу $L_ч$ автомобиля за 1 ч пребывания на линии, т. е. $L_ч = v_э$.

При таком подходе пробег с грузом за 1 ч пребывания автомобиля на линии

$$L_{\text{г. ч}} = \beta v_э.$$

Если длина ездки с грузом $l_{\text{е. г}}$, то количество ездок за 1 ч

$$Z_{\text{е.ч}} = \frac{\beta v_э}{l_{\text{е.г}}}.$$

За одну ездку автомобиль перевозит $m_{\text{г. н}}\gamma_{\text{ст}}$ тонн груза. Отсюда масса перевезенного груза (в тоннах) за 1 ч пребы-

вания автомобиля на линии, т. е. часовая производительность автомобиля (т/ч),

$$W_m = \frac{m_{г.н}\gamma_{ст}\beta v_э}{l_{е.г}}.$$

Транспортная работа (в тонно-километрах), выполненная за 1 ч пребывания автомобиля на линии, т. е. часовая производительность автомобиля (т·км/ч),

$$W_р = m_{г.н}\gamma_{дин}\beta v_э.$$

Поскольку $v_э = \delta v_т$,

$$W_m = \frac{m_{г.н}\gamma_{ст}\delta\beta v_т}{l_{е.г}}; \qquad (1.3)$$

$$W_р = m_{г.н}\gamma_{дин}\delta\beta v_т. \qquad (1.4)$$

Выразим коэффициент δ через необходимые для удобства анализа измерители — расстояние перевозки и время простоя под погрузкой и разгрузкой:

$$\delta = \frac{t_{дв}}{t_л} = \frac{t_{дв}}{t_{дв} + t_{пр} + t_п}.$$

Исключая простои по техническим неисправностям и организационным причинам, получим следующее выражение для коэффициента использования рабочего времени:

$$\delta = \frac{t_{дв}}{t_{дв} + t_{пр}} = \frac{1}{1 + \frac{t_{пр}}{t_{дв}}}.$$

Так как $t_{дв} = \frac{L_г}{\beta v_т}$,

$$\delta = \frac{1}{1 + \frac{t_{пр}\beta v_т}{L_г}} = \frac{L_г}{L_г + t_{пр}\beta v_т}.$$

Поскольку $L_г = l_{е.г} z_е$ и $t_{пр} = t'_{пр} z_е$ ($t'_{пр}$ — время простоя под погрузкой и разгрузкой за 1 ездку, ч),

$$\delta = \frac{l_{е.г}}{l_{е.г} + t'_{пр}\beta v_т}.$$

Подставив значение δ в выражения (1.3) и (1.4), получим:

$$W_m = \frac{m_{г.н}\gamma_{ст} v_т \beta}{l_{е.г} + t'_{пр}\beta v_т};$$

$$W_{\text{р}} = \frac{m_{\text{г.н}}\gamma_{\text{дин}}v_{\text{т}}\beta l_{\text{е.г}}}{l_{\text{е.г}} + t'_{\text{пр}}\beta v_{\text{т}}}.$$

Производительность автобуса определяется по количеству перевезенных пассажиров или транспортной работе (в пассажиро-километрах) за единицу времени. Часовая производительность автобуса (пасс./ч и пасс.·км/ч) определяется по формулам [6]:

$$W_{\text{п}} = \frac{n_{\text{п.н}}\gamma_{\text{ст}}\gamma_{\text{см}}}{\frac{l_{\text{м}}}{v_{\text{т}}\beta} + t_{\text{о.п}} + t_{\text{о.к}}};$$

$$W_{\text{р}} = \frac{n_{\text{п.н}}\gamma_{\text{дин}}}{\frac{1}{v_{\text{т}}\beta} + \frac{t_{\text{о.п}} + t_{\text{о.к}}}{l_{\text{м}}}},$$

где $l_{\text{м}}$ — длина маршрута, км; $t_{\text{о.п}}$ — время остановки для посадки и высадки пассажиров, ч; $t_{\text{о.к}}$ — время простоя автобуса в конечных пунктах маршрута, ч.

Для парка подвижного состава различают производительность рабочего и списочного (инвентарного) парка.

Производительность рабочего парка определяется на 1 автомобиле-час пребывания автомобилей на линии.

Производительность списочного парка рассчитывается на 1 календарный автомобиле-час пребывания автомобиля на автотранспортном предприятии.

Например, для списочного парка грузовых автомобилей производительность в тоннах перевезенного груза (т/авт·ч)

$$W_{m\text{и.п}} = \frac{\Sigma m_{\text{г}}}{At_{\text{и}}},$$

где $\sum m_{\text{г}}$ — объем перевозок грузов за данный промежуток времени, т; $At_{\text{и}}$ — число инвентарных автомобиле-часов для парка подвижного состава за данный промежуток времени, авт·ч.

Поскольку $\sum m_{\text{г}} = W_m At_{\text{л}}$,

$$W_{m\text{и.п}} = \frac{W_m At_{\text{л}}}{At_{\text{и}}} = \frac{W_m At_{\text{л}}\alpha_{\text{и}}}{At_{\text{э}}} = W_m\alpha_{\text{и}}\rho.$$

Подставляя в полученное выражение значение W_m, получим

$$W_{m\text{и.п}} = \frac{m_{\text{г.н}}\gamma_{\text{ст}}\beta v_{\text{т}}}{l_{\text{е.г}} + t'_{\text{пр}}\beta v_{\text{т}}}\alpha_{\text{и}}\rho.$$

Аналогично, $W_{P\text{и.п}} = \frac{m_{\text{г.н}}\gamma_{\text{дин}}\beta v_{\text{т}} l_{\text{е.г}}}{l_{\text{е.г}} + t'_{\text{пр}}\beta v_{\text{т}}}\alpha_{\text{и}}\rho.$

Полученные выражения позволяют проанализировать характер влияния различных показателей, определяющих транспортный процесс, на производительность автомобиля (парка). Зависимости $W_m = f(m_{г.н})$, $W_m = f(\gamma_{ст})$, $W_р = f(m_{г.н})$, $W_р = f(\gamma_{дин})$ выражаются графически прямыми линиями, проходящими через начало координат (рис. 1.1).

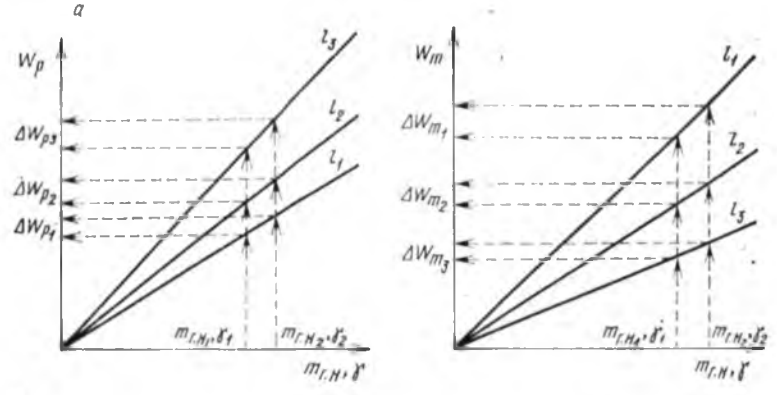


Рис. 1.1. Зависимость производительности подвижного состава от грузоподъемности и коэффициента ее использования при различных расстояниях перевозки груза ($l_3 > l_2 > l_1$)

Как видно из рисунка, с увеличением грузоподъемности и коэффициента ее использования производительность автомобиля увеличивается. Степень влияния этих показателей на производительность зависит от расстояния перевозки груза. Влияние указанных факторов на производительность в тонно-километрах тем сильнее, чем больше расстояние перевозки (рис. 1.1, *а*), и, наоборот, на производительность в тоннах с увеличением расстояния они влияют в меньшей степени (рис. 1.1, *б*).

Зависимость производительности от технической скорости, коэффициента использования пробега (рис. 1.2) и длины ездки с грузом (рис. 1.3) носит гиперболический характер. При этом, как видно из рис. 1.2, *а*, с увеличением расстояния перевозок влияние $v_т$ и β на производительность в тонно-километрах возрастает, что объясняется увеличением доли времени, в течение которого автомобиль находится непосредственно в движении. На производительность в тоннах влияние $v_т$ и β с увеличением расстояния перевозок уменьшается (рис. 1.2, *б*).

С увеличением длины ездки (рис. 1.3) производитель-

ность в тонно-километрах возрастает, в тоннах — уменьшается. Влияние на производительность длины ездки с грузом значительно при малых расстояниях перевозки и практически не сказывается при больших.

Зависимость производительности автомобиля от продолжительности простоя под погрузкой и разгрузкой показана

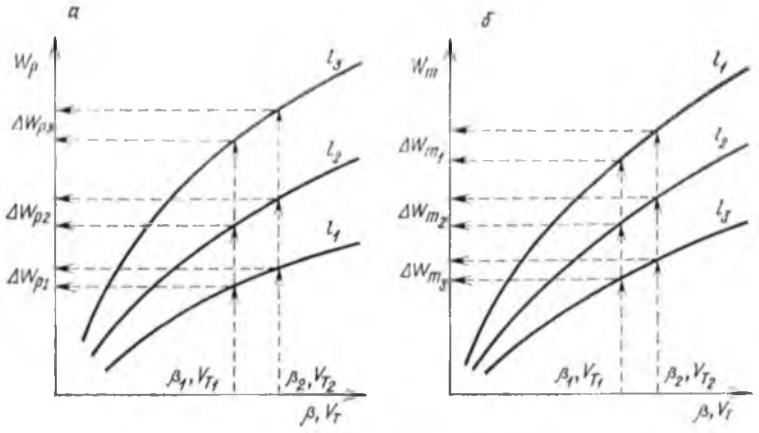


Рис. 1.2. Зависимость производительности подвижного состава от технической скорости и коэффициента использования пробега при различных расстояниях перевозки груза ($l_3 > l_2 > l_1$)

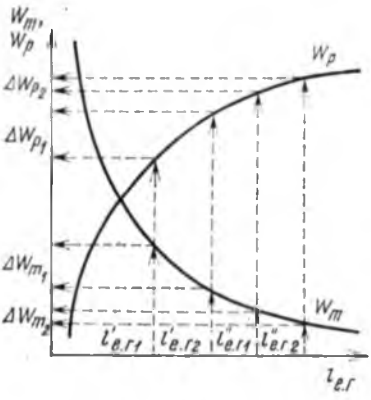


Рис. 1.3. Зависимость производительности подвижного состава от расстояния перевозки груза

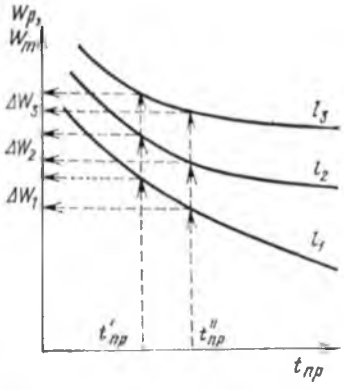


Рис. 1.4. Зависимость производительности подвижного состава от времени простоя под погрузкой и разгрузкой при различных расстояниях перевозки груза ($l_3 > l_2 > l_1$)

на рис. 1.4. С ее возрастанием производительность уменьшается. При этом с увеличением расстояния перевозки степень влияния $t_{пр}$ на производительность уменьшается, что связано с уменьшением удельного веса времени простоя под погрузкой и разгрузкой в общем времени ездки.

Приведенные зависимости справедливы при условии, что рассматриваемые показатели независимы. На практике, однако, как правило, изменение одного из переменных показателей вызывает изменение других. Например, изменение грузоподъемности и степени ее использования может привести к значительному изменению технической скорости и времени простоя под погрузкой и разгрузкой. Поскольку увеличение $m_{г.\,и}$ и γ приводят к снижению $v_т$ и увеличению $t_{пр}$, при больших значениях $m_{г.\,и}$ и γ производительность автомобиля может даже снижаться. Изменение коэффициента использования пробега может вызвать значительное изменение продолжительности погрузки и разгрузки, а также технической скорости автомобиля.

Кроме того, на производительность подвижного состава могут существенно влиять такие факторы, как состояние дорожной сети, природно-климатические условия, техническое состояние подвижного состава, квалификация водителей, которые нельзя учесть функциональной связью.

Вследствие сложной взаимозависимости производительности подвижного состава автомобильного транспорта и различных показателей, наличия ряда факторов, влияние которых не описывается функциональными зависимостями, при решении ряда технико-экономических задач используют корреляционный метод математической статистики, который позволяет количественно оценить существующие «многофакторные связи».

1.7. СЕБЕСТОИМОСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Себестоимость перевозок является вторым обобщающим показателем работы автомобильного транспорта. Она определяется как отношение суммарных расходов $S_{расх}$, связанных с выполнением перевозок за определенный промежуток времени, к транспортной работе P, выполненной за то же время (руб./т·км, руб./пасс·км):

$$S = S_{расх}/P.$$

Расходы, связанные с перевозками, разделяются на переменные, постоянные, погрузочно-разгрузочные и дорожные.

К переменным относят расходы, связанные с движением автомобиля: на топливо, смазочные и другие эксплуатационные материалы, шины, техническое обслуживание и текущий ремонт подвижного состава, а также амортизационные отчисления на его капитальный ремонт. Исчисляются переменные расходы на 1 км пробега автомобиля.

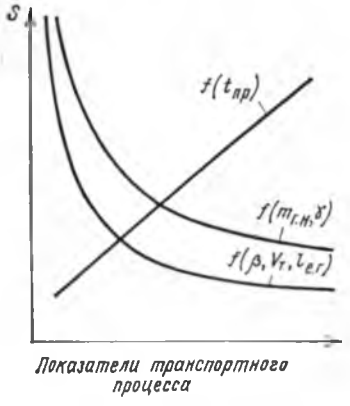


Рис. 1.5. Зависимость себестоимости автомобильных перевозок от основных показателей транспортного процесса

Постоянные расходы — это расходы, не зависящие от пробега автомобиля: на содержание зданий и сооружений, хозяйственные, заработная плата административно-управленческого персонала и водителей (условно), амортизационные отчисления на восстановление подвижного состава. Исчисляются постоянные расходы на день или час пребывания автомобиля в автотранспортном предприятии.

К погрузочно-разгрузочным относят расходы, связанные с выполнением погрузочно-разгрузочных работ: заработную плату грузчиков и персонала, обслуживающего погрузочно-разгрузочные механизмы; стоимость технического обслуживания и ремонта механизмов и т. д.

Дорожные расходы связаны со строительством, содержанием и ремонтом дорог.

При расчете себестоимости перевозок на автотранспорте учитываются только переменные и постоянные расходы. Если обозначить сумму переменных расходов, приходящихся на 1 км пробега, через $S_{пр}$, а сумму постоянных, приходящихся на 1 ч пребывания автомобиля на автотранспортном предприятии, через $S_{пс}$, то

$$S = \frac{S_{пр}L + S_{пс} \cdot 24AД_и}{P},$$

где L — пробег автомобилей всего парка за рассматриваемый период времени, км; $24AД_и$ — продолжительность пребывания автомобилей на автотранспортном предприятии за тот же период времени, авт · ч.

Выражая L и P через основные показатели транспортного процесса, получаем после несложных преобразований

формулу для определения себестоимости перевозок (руб./т·км):

$$S = \frac{S_{пр}}{\beta m_{г.н} \gamma_{дин}} + \frac{S_{пс}\left(l_{е.г} + l'_{пр}\beta v_{т}\right)}{\beta v_{т} m_{г.н} \gamma_{дин} l_{е.г} \alpha_{и} \rho}.$$

На рис. 1.5 показан характер зависимости себестоимости перевозок от основных показателей транспортного процесса. Анализ полученной формулы показывает, что себестоимость перевозок снижается с увеличением грузоподъемности транспортного средства и коэффициента ее использования, расстояния перевозок, коэффициента использования пробега, технической скорости, коэффициента использования парка подвижного состава и повышается с увеличением времени простоя под погрузкой — разгрузкой. Один из эффективных путей уменьшения себестоимости перевозок — снижение затрат на техническое обслуживание и ремонт подвижного состава.

ГЛАВА 2. ОЦЕНКА СОВЕРШЕНСТВА КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЯ

2.1. ОЦЕНКА СОВЕРШЕНСТВА КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЯ ПО ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМ КАЧЕСТВАМ

Сущность метода оценки. Под совершенством конструкции автомобиля понимается его приспособленность к выполнению перевозок с наименьшими материальными и трудовыми затратами, быстро, высокопроизводительно, с полной сохранностью грузов, безопасно и удобно для пассажиров.

Объективная научно обоснованная оценка совершенства конструкции автомобиля в условиях планового народного хозяйства нашей страны имеет важное значение, так как является основой дальнейшего технического прогресса и создает предпосылки для наиболее эффективного использования транспорта.

Сложность устройства современного автомобиля, многообразие различных сочетаний отдельных его свойств и особенностей конструкций, разная их значимость в зависимости от условий эксплуатации и вида перевозок, с одной стороны, и многообразие эксплуатационных требований к автомобию, с другой, практически исключают возможность всесторонней и полной характеристики совершенства конструкции автомобиля, степени его приспособленности к тем или иным условиям эксплуатации с помощью какого-то обобщающего показателя.

Еще в 1923 г. во время первого конкурсного автомобильного пробега, целью которого было отобрать наиболее пригодные для условий СССР модели автомобилей иностранного производства, сравнительная оценка автомобилей по предложению проф. Н. Р. Бриллинга и Е. А. Чудакова производилась по трем показателям: топливной экономичности, надежности и выносливости, скорости движения.

В 1928 г. Е. А. Чудаковым был впервые предложен термин «эксплуатационное качество автомобиля» и разработан метод оценки его конструкции по показателям отдель-

ных эксплуатационных качеств. Под эксплуатационным качеством автомобиля следует понимать сочетание определенных отличительных свойств и конструктивных особенностей автомобиля, которое характеризует его достоинства и степень потребительского совершенства применительно к определенным условиям использования [3].

Комплекс эксплуатационных качеств, используемых для оценки совершенства конструкции автомобиля, постоянно изменялся. Во время большого испытательного автопробега 1933 г., вошедшего в историю отечественного автостроения под названием Каракумского, он включал такие эксплуатационные качества, как прочность, надежность, долговечность, топливная экономичность, скорость движения, проходимость автомобиля.

Существенное развитие метод оценки совершенства конструкции автомобилей получил в послевоенные годы, когда на наших заводах стали создаваться новые модели автомобилей разных типов. Накопленный к этому времени богатый опыт эксплуатации ранее выпускавшихся автомобилей в разнообразных дорожных и климатических условиях СССР позволил перейти к созданию оригинальных моделей автомобилей, принципиально отличающихся от зарубежных приспособленностью к специфическим условиям эксплуатации в нашей стране. Была введена система Государственных испытаний (впоследствии заменены междуведомственными) каждой новой модели автомобиля, которые должны были обеспечить всестороннюю оценку качества автомобиля перед постановкой его на производство. За основу при этом принимался принцип оценки совершенства конструкции по отдельным его эксплуатационным качествам.

В работах чл.-кор. АН СССР Д. П. Великанова были уточнены комплекс эксплуатационных качеств для оценки конструкции автомобиля, наименования отдельных эксплуатационных качеств, разработаны ряд их измерителей и методы экспериментального и расчетного определения. На основе изучения взаимосвязи эксплуатационных качеств с элементами, характеризующими эффективность использования автомобиля, было выделено десять основных эксплуатационных качеств, которые в комплексе позволяют достаточно всесторонне оценивать совершенство конструкции автомобиля любого типа: использование массы, вместимость, удобство использования, скорость движения (скоростность), безопасность, топливная экономичность, проходимость, надежность, долговечность, простота обслуживания и ремонта [3].

Использование массы автомобиля. Это эксплуатационное качество характеризуется соотношением между собственной массой автомобиля и полезной нагрузкой. Им, с одной стороны, определяется экономичность расходования металла и других материалов в конструкции автомобиля, с другой, экономичность перевозок на данном автомобиле, так как перемещение каждой лишней единицы собственной массы автомобиля вызывает непроизводительный расход топлива, ускорение изнашивания шин, потерю тяговых свойств двигателя и т. д. Основной измеритель использования массы автомобиля — коэффициент снаряженной массы — отношение собственной массы автомобиля в снаряженном состоянии $m_а$ к соответствующей номинальной грузоподъемности $m_{г.н}$:

$$\eta_m = m_а / m_{г.н}.$$

При установлении полезной нагрузки автобуса или легкового автомобиля масса одного пассажира принимается равной 70 кг. Масса багажа на одного пассажира: 5 кг в местных и пригородных автобусах, 15 кг в междугородных и 10 кг в легковых автомобилях [3].

Использование массы пассажирского автомобиля может оцениваться также показателем, представляющим отношение собственной массы автомобиля к номинальному количеству пассажирских мест $n_{п.н}$:

$$\eta_n = m_а / n_{п.н}.$$

Измерители использования массы зависят от двух основных факторов: совершенства компоновки автомобиля, конструкции каждого узла, агрегата и от степени использования в конструкции легких материалов. Наши отечественные автомобили по рассматриваемому эксплуатационному качеству несколько уступают зарубежным аналогам, что объясняется более тяжелыми дорожными и климатическими условиями эксплуатации, требующими больших запасов прочности отдельных деталей, узлов.

Улучшение конструкции автомобилей по показателям использования массы является важной народнохозяйственной задачей.

Вместимость автомобиля. Это наибольшие расчетные, определяемые прочностью автомобиля и размерами кузова, масса грузов или число пассажиров, которые могут одновременно перевозиться автомобилем. Применительно к грузовому автомобилю имеет место понятие грузовместимость, к пассажирскому — пассажировместимость.

Грузовместимость оценивается грузоподъемностью, удельной грузоподъемностью, коэффициентом грузовместимости.

Грузоподъемность — один из основных параметров автомобиля. Удельная грузоподъемность (т/м³) представляет собой отношение полезной грузоподъемности автомобиля к внутреннему геометрическому объему кузова $V_к$:

$$m_{г.\,п.\,уд} = m_{г.\,п}/V_к.$$

Поскольку грузовместимость оценивается применительно к тем видам грузов, для перевозки которых данный автомобиль предназначен, то числовое значение удельной грузоподъемности автомобиля показывает ту минимальную плотность груза, при которой достигается полное использование грузоподъемности автомобиля. При перевозке грузов с меньшей плотностью грузоподъемность данного автомобиля полностью не может использоваться, т. е. он будет работать с недогрузкой.

Коэффициент грузовместимости γ_m характеризует степень использования грузоподъемности автомобиля при перевозке грузов с разной плотностью. Он определяется применительно к конкретному виду груза и его упаковки:

$$\gamma_m = \frac{V_к \eta_V \rho}{m_{г.п}},$$

де η_V — коэффициент использования вместимости кузова при данном виде груза; ρ — плотность груза, т/м³.

Коэффициент использования вместимости кузова — отношение фактически используемого объема кузова при данном виде груза и его упаковки к полному геометрическому его объему.

Измерителями пассажировместимости являются номинальное количество пассажирских мест, площадь пола автобуса, приходящаяся на одно место для сидения, площадь пола городского автобуса для проезда стоя, коэффициент мест для сидения (в городском автобусе). Последний определяется как отношение числа мест для сидения $n_{сид}$ к общей вместимости $n_{п.м}$

$$K_{сид} = n_{сид}/n_{п.м}$$

и отражает зависимость вместимости городских и пригородных автобусов от планировки их салона.

Скорость движения (скоростность). Ею характеризуется способность автомобиля доставлять грузы или пассажи-

ров с минимальной затратой времени. Это одно из важнейших эксплуатационных качеств, поскольку от него в большой мере зависит производительность автомобиля. Скорость движения, во-первых, определяется тягово-скоростными свойствами автомобиля и зависит соответственно от мощности двигателя, полной массы автомобиля, передаточных отношений и КПД трансмиссии, радиуса качения ведущих колес, сопротивления качению и аэродинамического сопротивления движению; во-вторых, зависит от таких особенностей конструкции, как эффективность действия тормозов, устойчивость, управляемость автомобиля, обзорность с места водителя, эффективность сигнализации, плавность хода при движении по неровным дорогам, проходимость при движении в трудных дорожных условиях.

В качестве основных измерителей скоростности используются: параметры динамической характеристики, скорости движения на типичных для эксплуатации данного автомобиля подъемах дорог, максимальная скорость движения на горизонтальном участке, интенсивность разгона, средние скорости движения в разных дорожных условиях эксплуатации, характерных для автомобиля данного типа и назначения. Приведенные измерители, кроме последнего, являются измерителями тягово-скоростных свойств автомобиля и изучаются в теории автомобиля. Последний измеритель характеризует не только тягово-скоростные свойства автомобиля, но весь комплекс особенностей конструкции, от которых зависит скорость его движения. Поэтому средняя скорость движения автомобиля в типичных для его использования условиях эксплуатации — наиболее показательный измеритель скоростности.

Безопасность автомобиля. Это совокупность особенностей его конструкции, характеризующих приспособленность автомобиля к движению с минимальной вероятностью дорожно-транспортных происшествий и сведению к минимуму возможных их последствий, а также безвредность его использования для окружающей среды. Это одно из важнейших эксплуатационных качеств автомобиля, поскольку от него во многом зависит жизнь и здоровье людей, сохранность автомобилей, грузов и других материальных ценностей. В связи с ростом парка автомобилей, увеличением скоростей движения внимание к безопасности автомобиля непрерывно возрастает.

Ряд особенностей, свойств конструкции автомобиля, определяющих приспособленность его к предупреждению аварий, дорожно-транспортных происшествий, характери-

зует так называемую активную безопасность автомобиля. Сюда относятся такие его свойства, как:

устойчивость, т. е. способность двигаться без бокового скольжения, опрокидывания или отклонения от заданного направления движения. Устойчивость оценивается коэффициентами сцепления автомобильных шин в поперечном направлении, боковой устойчивости против опрокидывания, поворачиваемости;

тормозные свойства, которые оцениваются длиной тормозного пути, средними замедлениями при торможении;

обзорность с места водителя;

эффективность сигнализационного оборудования.

Совокупность особенностей конструкции автомобиля, обеспечивающих безопасность человеку (водителю, пассажиру, пешеходу), смягчение последствий аварий, дорожно-транспортных происшествий, определяет пассивную безопасность конструкции. Последняя подразделяется на внутреннюю и внешнюю.

Внутренняя безопасность предполагает такое обустройство кабины или салона, при котором вероятность травмирования водителя и пассажиров сводится к минимуму: ремни безопасности, надувные подушки, подголовники, травмобезопасные конструкции рулевых колонок, мягкая обивка внутренних поверхностей кабины и кузова, амортизирующие (энергопоглощающие) элементы в передней и задней частях автомобиля, обеспечение возможности быстрой эвакуации людей после дорожно-транспортного происшествия и др.

Внешняя безопасность обеспечивается таким исполнением наружных поверхностей и элементов автомобиля, при котором вероятность травмирования человека при наезде на него, а также повреждения автомобиля минимальны. Например, так как большинство тяжелых травм при наезде на пешехода связано с ударом последнего о дорожное полотно при падении, прогрессивной является такая конструкция переднего бампера, которая способствует отбрасыванию пешехода при наезде на него вверх на капот или крышу автомобиля. Ущерб, вызванный столкновением, в большой мере зависит от собственной массы автомобиля (определено, например, что при наезде автомобиля массой 2000 кг со скоростью 36 км/ч наносятся такие же повреждения, как и автомобиля массой 1000 кг при скорости 50 км/ч).

К пассивной безопасности автомобиля относят также пожарную безопасность конструкций.

Безопасность автомобиля, снабженного двигателем вну-

треннего сгорания, характеризуется также токсичностью вредных веществ, выделяемых им. По наблюдениям, проведенным в США, 65 % вредных веществ, источником которых является автомобиль, попадает в атмосферу с отработавшими газами (токсичные: окись углерода, окислы азота, углеводороды, формальдегиды; канцерогенные: бензопирен, бензотрацен, содержащийся в этилированном бензине свинец), 20 % — с картерными газами (различные углеводороды масла и топлива, CO) и 15 % вследствие испарений топлива из баков, карбюратора, при заправках [3]. У нас в стране установлены предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе: окиси углерода — не более 1 мг/м³, окиси азота NO_x — 0,085 мг/м³, углеводородов C_mH_n — не более 0,035 мг/м³. На улицах больших городов с интенсивным автомобильным движением часто концентрация вредных веществ в воздухе в несколько раз превышает приведенные нормы. ГОСТом ограничены содержание окиси углерода в отработавших газах двигателей, дымность отработавших газов дизельных двигателей.

Уровень токсичности автомобиля может быть значительно снижен путем совершенствования конструкции его двигателя, а также процессов смесеобразования и сгорания топлива (форкамерно-факельное зажигание, введение специальных присадок к топливам, использование в качестве топлива сжиженного газа и т. д.), нейтрализации токсичных компонентов отработавших газов. Все больший практический интерес представляют работы, имеющие целью разработку взамен двигателя внутреннего сгорания энергоустановок, не выделяющих токсичных веществ. Перспективны работы по созданию электромобиля.

Опасность автомобиля для окружающих обусловлена также его шумностью. По мнению специалистов, шум, создаваемый автомобилями, оказывает на человеческий организм не менее вредное влияние, чем отработавшие газы. В условиях нарастающей психоэмоциональной напряженности трудовых процессов даже весьма низкие уровни акустических воздействий вызывают преждевременное утомление и приводят к снижению производительности труда, способствуют возникновению заболеваний самого разнообразного характера.

Основной источник шумности автомобиля — двигатель. Причина заключается в периодических изменениях нагрузок в основных его механизмах, в колебательных процессах в системе впуска — выпуска, в вибрациях блока и головки блока цилиндров. Шумом сопровождаются также вибрации

кузова, при движении со скоростью свыше 50 км/ч на фоне общего шума заметно выделяется шум автомобильных шин.

Шум, создаваемый автомобилем, оценивается, согласно ГОСТ 19358—74, уровнем звука в децибеллах по шкале А (дБА), определяется также октавный спектр уровней звукового давления (дБ) в диапазоне октавных частот от 31,5 до 8000 Гц. Ограничивается уровень внешнего и внутреннего шума автомобильных транспортных средств.

Топливная экономичность. Это способность автомобиля осуществлять перевозки при минимальном расходовании топлива на единицу транспортной работы. Топливная экономичность является важнейшим эксплуатационным качеством автомобиля, так как затраты на топливо составляют значительную часть себестоимости перевозок. В качестве измерителей топливной экономичности, согласно ГОСТ 20306—74 с учетом рекомендаций СЭВ РС 1685—69, используются:

контрольный расход топлива (в литрах на 100 км пробега), определяемый экспериментально путем замера расхода топлива при проезде автомобилем с заданной скоростью и полной номинальной нагрузкой горизонтального измерительного участка длиной не менее 1 км;

топливная характеристика установившегося движения при разной степени загрузки автомобиля, т. е. при полной полезной нагрузке и без нее, без прицепа и с прицепом, если данный автомобиль предназначен для работы с ним;

топливная характеристика для дороги с переменным профилем.

Кроме того, наиболее полная и всесторонняя оценка топливной экономичности производится по средним эксплуатационным расходам топлива в типичных для данного автомобиля дорожных условиях.

Топливная экономичность зависит от конструкции автомобиля: удельных расходов топлива двигателем на разных режимах работы, передаточных отношений в силовой передаче и ее КПД, радиуса качения колеса, сопротивления качению автомобиля и сопротивления воздуха, от массы автомобиля.

Проходимость автомобиля. Это его приспособленность к выполнению перевозок в трудных дорожных условиях, по дорогам заснеженным, покрытым наледью, размокшим грунтовым, а также в условиях бездорожья. Степень проходимости автомобилей различных типов зависит от дорожных условий, для работы в которых они предназначены. Для автомобилей, эксплуатируемых на низовой сети дорог,

проходимость является важнейшим эксплуатационным качеством.

Проходимость автомобиля определяется его размерными (дорожные просветы под низшими точками автомобиля, радиус продольной проходимости, передний и задний углы свесов, совпадение следов передних и задних колес, в отдельных случаях — габаритные размеры), тяговыми и опорно-сцепными (наибольшая сила тяги, сцепная масса, распределение массы по осям, размер и тип шин, удельная нагрузка от шин на дорогу) параметрами.

Наряду с оценкой по конструктивным параметрам проходимость автомобиля оценивается при испытаниях в типичных затрудненных дорожных условиях. Конечными измерителями являются средние скорость движения и расход топлива при проезде испытательных участков дороги с затрудненным движением, выражаемые так называемым фактором проходимости [3]:

$$П = \frac{m_{г.м} L_м}{t_м Q_м} : \frac{m_{г.н} L}{tQ},$$

где $m_{г.м}$ и $m_{г.н}$ — соответственно принятая при испытаниях и номинальная грузоподъемности автомобилей, т; $L_м$ и L — длина испытательных участков на труднопроходимом маршруте и на дороге с твердым покрытием, км; $t_м$ и t — время движения по труднопроходимому маршруту и по дороге с твердым покрытием, ч; $Q_м$ и Q — расход топлива на 100 км пробега при движении по труднопроходимому маршруту и по дороге с твердым покрытием, л.

Удобство использования автомобиля. По Д. П. Великанову [3], это комплексное эксплуатационное качество, характеризующее комфортабельность и степень утомляемости водителя и пассажиров при поездке в автомобиле, приспособленность последнего к обеспечению сохранности перевозимых грузов, простоту выполнения погрузочно-разгрузочных работ, легкость управления автомобилем и определяющее в большой мере безопасность дорожного движения, производительность труда водителя, а также состояние пассажиров после поездки.

Характеризуется удобство использования рядом отдельных свойств автомобиля, каждое из которых имеет свои измерители. Основные из этих свойств следующие:

плавность хода автомобиля, характеризующая приспособленность его к движению по дорогам разной ровности с минимальными колебаниями кузова. От плавности хода зависят утомляемость водителя и пассажиров, сохранность

груза, скорость движения по неровным дорогам, а значит, производительность автомобиля, динамические нагрузки на раму, кузов и подрессоренные механизмы автомобиля. Оценивается она с помощью следующих параметров: характеристики упругости подвески каждой из осей (приведенная жесткость подвески и шин), частоты собственных колебаний подрессоренной массы автомобиля, коэффициента затухания собственных колебаний подвески;

комфортабельность пассажирских мест, определяемая конструктивными параметрами сидений и свободным пространством вокруг места для пассажира. Комфортабельность поездки в автомобиле определяется также защищенностью пассажиров от атмосферных влияний (дождя, снега, ветра, холода, жары), от попадания в кузов отработавших газов двигателя или паров топлива, наличием дополнительного оборудования (часы, радиоприемник, вентиляторы и т. д.);

удобство посадки и высадки пассажиров, зависящее от размеров, расположения и устройства дверей и подножек;

удобство погрузки и разгрузки, характеризуемое погрузочной высотой пола платформы или кузова, количеством открывающихся бортов, размерами, расположением и устройством дверей (для закрытых кузовов), наличием специальных устройств для ускорения погрузки — разгрузки и уменьшения их трудоемкости. Удобство погрузки и разгрузки оценивается временем простоя автомобиля при погрузочно-разгрузочных работах и их трудоемкостью;

легкость управления автомобилем, определяющая условия работы водителя и имеющая важное значение для уменьшения его утомляемости, что способствует безопасности движения. Легкость управления характеризуется следующими измерителями: количеством действий водителя при управлении автомобилем; усилиями для приведения в действие органов управления; параметрами, определяющими устройство и оборудование места водителя (положение сидения и расположение по отношению к нему органов управления, наличие необходимых контрольных приборов и удобство наблюдения за их показаниями, обзорность, наличие вентиляции и отопления). Конечным обобщающим измерителем при оценке легкости управления следует считать показатель утомляемости водителя, однако пока не разработаны объективные методы его определения;

компактность автомобиля, от которой зависит легкость управления автомобилем, маневренность его, проходимость в стесненных условиях, необходимая площадь помещений

для хранения, технического обслуживания и ремонта автомобилей. Измерителями компактности являются: коэффициент использования габаритной длины — отношение длины внутреннего полезного пространства кузова a к габаритной длине автомобиля $L_а$:

$$\lambda_д = a/L_а$$

и показатель компактности ($м^2/т$), измеряемый для грузового автомобиля отношением его габаритной площади $L_а \times B$ к грузоподъемности $m_{г.н}$,

$$\lambda_г = L_а B/m_{г.н},$$

для легкового автомобиля или автобуса — отношением габаритной площади к номинальной пассажировместимости $n_{п.н}$ ($м^2$/пасс):

$$\lambda_п = L_а B/n_{п.н};$$

маневренность автомобиля, отражающая его приспособленность к осуществлению поворотов и разворотов на минимальной площади. От нее зависят размеры площадок на пунктах погрузки — разгрузки, ширина проездов в гаражах, на площадях для стоянки, в зонах технического обслуживания и ремонта. Для оценки маневренности используются: наименьший радиус поворота автомобиля (измеряется по центру следа переднего колеса, наружного по отношению к центру поворота), наименьшие наружный и внутренний габаритные радиусы поворота, ширина габаритного кольца поворота;

готовность к движению, характеризующая приспособленность автомобиля к выезду со стоянки и началу выполнения транспортной работы в минимально возможный срок. Продолжительность подготовки автомобиля к выезду определяется в основном временем пуска и прогрева двигателя. При нахождении автомобилей в неутепленных гаражах или на открытых площадках в зимнее время пуск холодного двигателя может вызывать затруднения. При температурах ниже -20 °С возникает потребность в разогреве агрегатов трансмиссии и тормозного привода. В таких условиях готовность автомобиля к движению определяется приспособленностью его к быстрому пуску двигателя и зависит от пусковых свойств системы питания, энергоемкости аккумуляторной батареи, действия системы зажигания, от наличия и эффективности действия специальных устройств для прогрева и пуска двигателя, от используемых в нем и агрегатах трансмиссии масел. Измерителем готовности к движению является время подготовки к выезду со стоянки;

запас хода по топливу, определяемый наибольшим расстоянием, которое может пройти автомобиль с полностью заправленным топливным баком. Запас хода должен обеспечивать возможность максимального суточного пробега, характерного для автомобиля данного типа, без промежуточной заправки. Зависит запас хода (км) от полезного объема топливного бака $V_б$ (л) и расхода топлива $Q_т$ (в литрах на 100 км пробега):

$$L_т = 100\, V_б / Q_т.$$

Три следующих эксплуатационных качества, входящих в комплекс для оценки совершенства конструкции автомобиля,— надежность, долговечность и простота технического обслуживания и ремонта — рассматриваются Д. П. Великановым как самостоятельные [3].

Д. П. Великанов определяет надежность автомобиля как способность работать безотказно, без поломок или технических неисправностей, которые могут вызывать перерывы в его использовании. В качестве измерителя надежности предлагается количество отказов за определенный пробег по причинам, зависящим от конструкции.

Долговечность автомобиля определяется как продолжительность его работы до такого предельного технического состояния, после которого дальнейшее использование экономически нецелесообразно или же недопустимо по требованиям безопасности. В качестве измерителей долговечности предлагаются: пробег автомобиля до потребности в первом капитальном ремонте (тыс. км); износостойкость основных деталей двигателей за пробег до потребности в его ремонте (тыс. км); полный срок службы автомобиля до списания (лет).

Простота технического обслуживания и ремонта автомобиля представляет собой совокупность свойств и особенностей конструкции автомобиля, характеризующую требуемые затраты времени, труда, денежных средств на поддержание автомобиля в технически исправном работоспособном состоянии. Оценочными измерителями являются: коэффициент технического использования автомобиля, определяемый как отношение суммарного времени пребывания автомобилей в работоспособном состоянии $t_{сум}$ к суммарному времени эксплуатации, состоящему из интервалов времени работоспособного состояния $t_{сум}$, технического обслуживания $t_{обс}$ и ремонта $t_{рем}$,

$$K_{т.и} = \frac{t_{сум}}{t_{сум} + t_{обс} + t_{рем}};$$

1281672
ПБ ТашПИ

количество точек (деталей, узлов), требующих обслуживания (смазывания, крепления, регулировки, контроля состояния); периодичность технического обслуживания; удельная трудоемкость технических обслуживаний и ремонтов; удельная себестоимость технических обслуживаний и ремонтов автомобиля.

Согласно ГОСТ 27.002—83, надежность в общем случае есть свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Надежность — сложное свойство, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения состоит из сочетаний свойств: безотказности, долговечности, ремонтопригодности и сохраняемости. Для оценки совершенства конструкции автомобиля можно использовать три первых свойства: безотказность, долговечность, ремонтопригодность.

ГОСТ определяет безотказность объекта как свойство его непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки. Для оценки безотказности используются такие основные измерители, как: вероятность безотказной работы, определяемая отношением числа объектов, безотказно проработавших до какого-то момента времени t, к числу объектов, работоспособных в начальный момент времени; средняя наработка до отказа, т. е. математическое ожидание наработки объекта до первого отказа; средняя наработка на отказ, определяемая как отношение наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки.

Долговечность, согласно ГОСТ,— это свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта. Оценивается долговечность сроком службы или ресурсом (наработкой в тысячах километров) до капитального ремонта или списания.

Ремонтопригодность определяется ГОСТом как свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения его отказов, повреждений и поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов. ГОСТ 21623—76 устанавливает показатели для оценки ремонтопригодности объекта, характери-

зующие приспособленность его к техническому обслуживанию, текущему и капитальному ремонтам.

ГОСТ 27.002—83 определяет и ряд комплексных показателей для оценки надежности (коэффициент технического использования, коэффициент готовности и др.), позволяющих оценивать уровень надежности по безотказности и ремонтопригодности автомобиля.

Таким образом, ремонтопригодность объекта при оценке совершенства его конструкции может нести ту же нагрузку, что и «простота технического обслуживания и ремонта» по Д. П. Великанову. Следовательно, в комплексе эксплуатационных качеств для оценки совершенства конструкции автомобиля три названных самостоятельных эксплуатационных качества могут быть представлены одним обобщающим — надежностью автомобиля, характеризующейся безотказностью, долговечностью, ремонтопригодностью.

Надежность автомобиля зависит от ряда факторов: рациональности конструкции узлов и запасов прочности деталей; износостойкости деталей автомобиля; интенсивности накопления в металле деталей усталостных и других необратимых явлений; стабильности регулировок механизмов; совершенства технологии и качества изготовления деталей, узлов, автомобиля в целом; качества и своевременности диагностирования, технического обслуживания, ремонта и т. д. Чем выше надежность автомобиля, тем совершеннее его конструкция. Однако увеличение долговечности может быть связано с повышением себестоимости производства автомобиля, ростом затрат на ее поддержание за счет технических обслуживаний и ремонтов. Поэтому при оценке надежности (долговечности) важным условием являются совокупные затраты на амортизационные отчисления и техническое обслуживание и ремонт за срок службы автомобиля. Более совершенной будет та конструкция, высокая долговечность которой обеспечена при минимальной себестоимости производства автомобиля и минимальной потребности в технических обслуживаниях и ремонтах.

При решении вопросов о целесообразных сроках службы автомобиля необходимо учитывать также то, что, кроме физического изнашивания, для автомобиля характерен еще моральный износ. Поэтому оптимальной будет такая долговечность, при которой достигается наибольшая рентабельность использования автомобиля, т. е. минимальная себестоимость единицы транспортной работы на протяжении всего срока его службы.

Приведенный комплекс эксплуатационных качеств обе-

спечивает достаточно полную оценку совершенства конструкции автомобиля. Эксплуатационные качества находятся в тесной взаимосвязи между собой, и изменение конструктивных параметров автомобиля с целью изменения одного из качеств неизбежно отражается на ряде других. Например, снижение центра тяжести с целью улучшения устойчивости может привести к ухудшению проходимости, скоростные свойства ограничиваются на скользких дорогах требованиями сохранения устойчивости, а на неровных — плавности хода и т. д.

Взаимосвязь эксплуатационных качеств и противоречивость требований к конструкции автомобиля приводят к необходимости принятия компромиссных решений при создании новых конструкций, когда неизбежно ограничение показателей одних эксплуатационных качеств, менее существенных для данного типа автомобиля, и повышение за их счет других, имеющих бо́льшую значимость. При оценке совершенства конструкций автомобилей разных типов и назначения выделяются наиболее важные для данного типа эксплуатационные качества.

Применяемая оценочная система эксплуатационных качеств требует дальнейшего совершенствования: для части из них совсем нет государственных и отраслевых норм, для некоторых имеются только отдельные нормированные показатели, а для ряда эксплуатационных качеств число оценочных показателей велико, значимость их четко не определена, показатели взаимно не увязаны, что вызывает затруднения при оценке эксплуатационного качества в целом.

2.2. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Оценка совершенства конструкции автомобиля только по значениям измерителей его эксплуатационных качеств не в полной мере отвечает современным требованиям, так как она не позволяет определить, с какой себестоимостью, при каких затратах труда (на выполнение самих перевозок, на погрузку — разгрузку, производство технического обслуживания и ремонта и т. д.) возможно осуществление перевозок на данном автомобиле.

Под эффективностью использования автомобиля следует понимать возможность осуществления перевозок с наименьшими трудовыми и материальными затратами. Она зависит, с одной стороны, от совершенства конструкции автомобиля и ее соответствия условиям эксплу-

атации, для работы в которых автомобиль предназначен, с другой — от уровня организации перевозок (степени использования автомобиля по времени, пробегу, грузоподъемности; способа организации и качества технического обслуживания и ремонта, хранения и т. д.). Поэтому оценка эффективности при решении вопросов выбора наиболее рациональных конструкций автомобилей для определенного вида перевозок или для постановки на производство новых конструкций обязательно должна производиться при одинаковой организации перевозочной работы, в одинаковых дорожных и природно-климатических условиях, типичных для автомобилей данного назначения.

Для оценки эффективности подвижного состава автотранспорта широко используется такой обобщающий измеритель, как себестоимость автомобильных перевозок. По этому критерию производилась, в частности, и оценка конструкций ряда автомобилей (ГАЗ-51, «Москвич-412» и др.) при проведении государственных испытаний.

Однако оценка эффективности использования автомобиля по себестоимости автомобильных перевозок является в ряде случаев неполной, недостаточной. Это объясняется тем, что себестоимость автомобильных перевозок определяет лишь расходы, непосредственно связанные с осуществлением транспортного процесса. Она не отражает, в частности, издержки на расширение основных производственных фондов (прирост парка автомобилей, строительство гаражей, станций обслуживания и т. д.). Эти расходы необходимо учитывать при определении суммарных издержек на перевозки в связи с непрерывным расширенным воспроизводством транспортной продукции.

Себестоимость автоперевозок не включает затраты, связанные со строительством и содержанием автомобильных дорог и дорожных сооружений, между тем дорожную составляющую важно учитывать, особенно при сравнении транспортных средств с разными параметрами массы и скоростными параметрами.

Кроме того, в себестоимости автоперевозок не учитываются затраты на погрузочно-разгрузочные работы, что объясняется выполнением во многих случаях этих работ не автотранспортными предприятиями, а грузоотправителями или грузополучателями. Учет этих затрат особенно важен при сравнительной оценке эффективности специализированных автомобилей, в конструкции которых предусмотрены устройства, влияющие на трудоемкость таких работ.

В Институте комплексных транспортных проблем при

Госплане СССР разработан и апробирован на практике метод технико-экономической оценки эффективности использования транспортных средств [3]. В качестве основного оценочного критерия эффективности автомобиля приняты так называемые приведенные затраты на перевозки $З_{пр}$, представляющие собой сумму всех эксплуатационных расходов (включая расходы на погрузочно-разгрузочные работы и дорожную составляющую) и годового эффекта от использования капитальных вложений, отнесенную к единице транспортной работы (к./(т·км), к./(пасс.·км)):

$$З_{пр} = \frac{[\sum C_э + E_н (K - Ц_л)] 100}{W_{ср.г}}, \qquad (2.1)$$

где $\sum C_э$ — сумма эксплуатационных расходов на перевозки за год, р; $E_н$ — отраслевой нормативный коэффициент экономической эффективности, устанавливаемый с учетом сроков окупаемости капитальных вложений, для автомобильного транспорта $E_н = 0{,}12$ [3]; K — капитальные вложения, необходимые для использования транспортного средства, включают вложения в автомобили, материально-техническую базу и строительство дорог, р.; $Ц_л$ — ликвидная стоимость транспортного средства, р; $W_{ср.г}$ — среднегодовая производительность транспортного средства, т · км (пасс. · км).

Оценка эффективности транспортных средств по приведенным затратам на перевозки закономерна при условии обеспечения в сравниваемых вариантах одинакового качества перевозок (сохранность груза, расходы в смежных отраслях народного хозяйства, предприятия которых обслуживаются перевозками, утомляемость пассажиров).

Наряду с рассмотренным обобщающим критерием эффективность использования автомобиля характеризуется дополнительными элементами: производительностью автомобиля, трудоемкостью его использования, энергоемкостью перевозок на нем, металлоемкостью, которые в отличие от приведенных затрат имеют не денежные измерители, а натуральные [3].

Применение этих дополнительных элементов обусловливается тем, что приведенные затраты не всегда точно характеризуют все виды трудовых и материальных расходов на выполнение перевозок, вследствие, например, колебаний отпускных цен. Применение частных элементов целесообразно также, когда при сравнительной оценке конструкций автомобилей приведенные затраты практически одинаковы.

Производительность автомобиля как частный элемент эффективности его использования принимается

средняя за год при работе в типичных условиях эксплуатации:

$$W_{\text{ср.г}} = \frac{m_{\text{г.н}}\gamma_{\text{дин.ср.г}}\upsilon_{\text{т}}\beta_{\text{ср.г}}l_{\text{е.г}}TД_{\text{р.г}}\alpha_{\text{и}}}{l_{\text{е.г}} + \upsilon_{\text{т}}\beta_{\text{ср.г}}t_{\text{пр}}}, \qquad (2.2)$$

где $\gamma_{\text{дин. ср. г}}$ — среднегодовой коэффициент динамического использования грузоподъемности; $\upsilon_{\text{т}}$ — средняя техническая скорость, км; $\beta_{\text{ср.г}}$ — среднегодовой коэффициент использования пробега; $l_{\text{е.г}}$ — средняя длина ездки с грузом, км; T — время работы в сутки, ч; $Д_{\text{р.г}}$ — количество дней работы автомобиля в году; $\alpha_{\text{и}}$ — коэффициент использования автомобиля за год; $t_{\text{пр}}$ — время простоя автомобиля под погрузкой, разгрузкой за одну ездку, ч.

Трудоемкость использования автомобиля определяется для всех категорий работающих в расчете на единицу транспортной продукции (чел.-ч на 100 т·км или 100 пасс.·км):

$$T = 100\text{Т}_{\text{п}}/W_{\text{ср.г}},$$

где $T_{\text{п}}$ — полные трудовые затраты всех категорий работников автотранспорта на выполнение перевозок на данном транспортном средстве за год, чел.-ч.

Трудоемкость использования грузового автомобиля

$$T_{\text{г}} = \frac{100\,(T_{\text{в}} + T_{\text{п.-р}} + T_{\text{ор}} + T_{\text{а.-у}})}{W_{\text{ср.г}}}, \qquad (2.3)$$

где $T_{\text{в}}$ — трудовые затраты водителей за год, чел.-ч; $T_{\text{п.-р}}$ — трудовые затраты грузчиков и механизаторов, выполняющих погрузку и разгрузку, за год, чел.-ч; $T_{\text{ор}}$ — трудовые затраты персонала, выполняющего обслуживание и ремонт автомобиля, за год, чел.-ч; $T_{\text{а.-у}}$ — трудовые затраты административно-управленческого и обслуживающего персонала за год, чел.-ч.

Энергоемкость перевозок на автомобиле $Э$ — это средний расход энергии данным автомобилем в расчете на единицу транспортной продукции (кДж на 100 т·км или 100 пасс.·км):

$$Э = \frac{100\,Q\rho_{\text{т}}\lambda}{W_{\text{ср.г}}},$$

где Q — расход топлива автомобилем при выполнении транспортной работы за год, л; λ — удельная теплота сгорания топлива, кДж/кг; $\rho_{\text{т}}$ — плотность топлива, г/см^3.

Данный частный элемент эффективности использования автомобиля имеет особенно важное значение при сравни-

тельной оценке транспортных средств с разными видами двигателей (карбюраторный, дизельный, газотурбинный и т. д.).

Металлоемкость перевозок на автомобиле характеризует расход металла на выполнение транспортной работы (кг на 1000 т·км или 1000 пасс.·км):

$$M = \frac{(m_а - m_н - m_з - m_э)\,100}{W_{ср.г} T_а \eta_м},$$

где $m_а$ — масса автомобиля в снаряженном состоянии, кг; $m_н$ — масса неметаллических частей автомобиля (шин, деревянного кузова, обивки, аккумуляторной батареи и т. д.), кг; $m_з$ — масса топлива, воды, масла и других заправочных материалов, кг; $m_э$ — масса запасных частей и металла, расходуемого в процессе эксплуатации за амортизационный срок службы автомобиля, кг; $T_а$ — амортизационный срок службы автомобиля, г.; $\eta_м$ — коэффициент использования металла в производстве, представляет отношение массы металла в товарном виде к массе его в исходном сырье.

Аналогично может быть рассмотрена материалоемкость перевозок на данном автомобиле.

Д. П. Великанов предлагает для характеристики эффективности использования автомобиля еще два дополнительных элемента: качество перевозок и безвредность их осуществления.

Качество перевозок определяет обеспечение наибольшей сохранности грузов (грузовые автомобили) и наибольшего удобства поездки для пассажиров (пассажирские автомобили). Безвредность перевозок — безопасность использования автомобиля для водителя, пассажиров, а также для пешеходов и других транспортных средств, отсутствие загрязнения и отравления окружающей среды, отсутствие шума. Оба эти элемента эффективности пока не имеют разработанных конкретных измерителей, которые поддавались бы расчету.

2.3. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОВЕРШЕНСТВА КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЯ

Элементы эффективности автомобиля находятся в непосредственной зависимости от его свойств или конструктивных особенностей, которые в свою очередь могут количественно выражаться измерителями соответствующих эксплуатационных качеств автомобиля. Схемы этих взаимосвязей разработаны Д. П. Великановым [3].

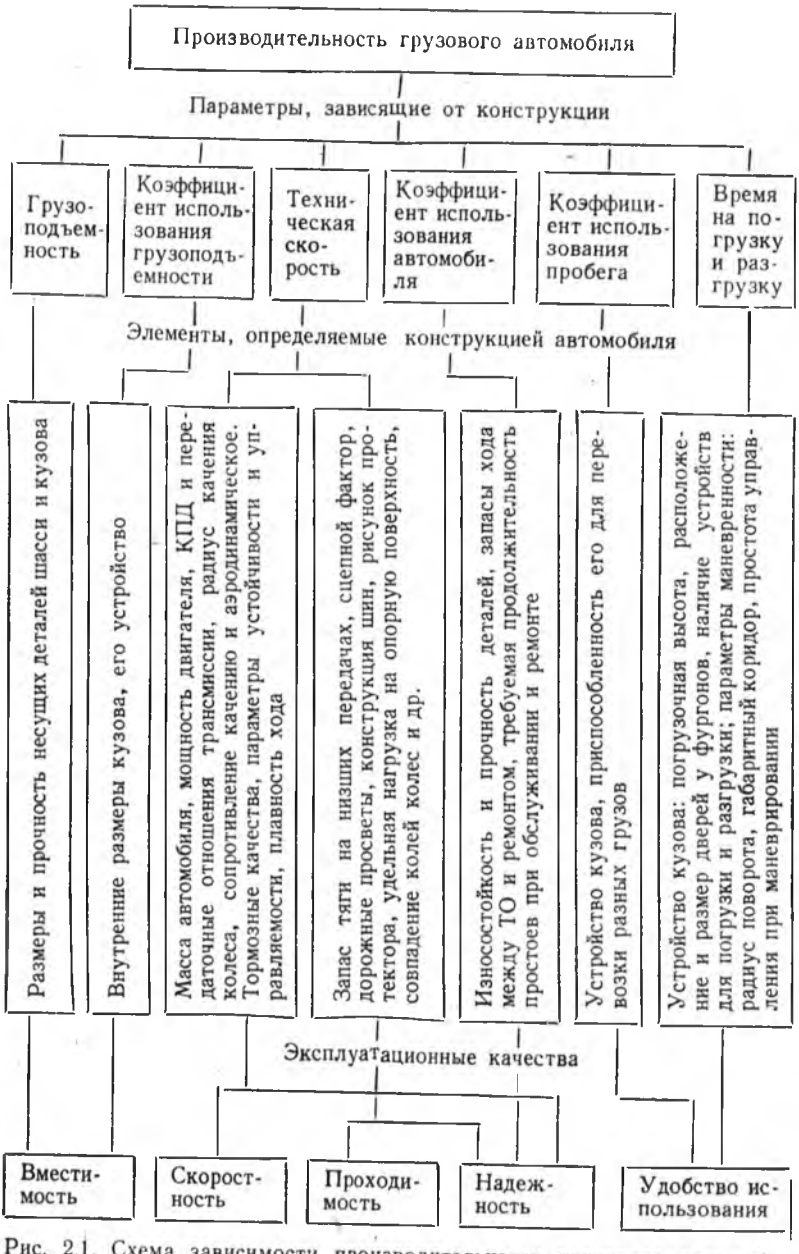


Рис. 2.1. Схема зависимости производительности грузового автомобиля от элементов его конструкции

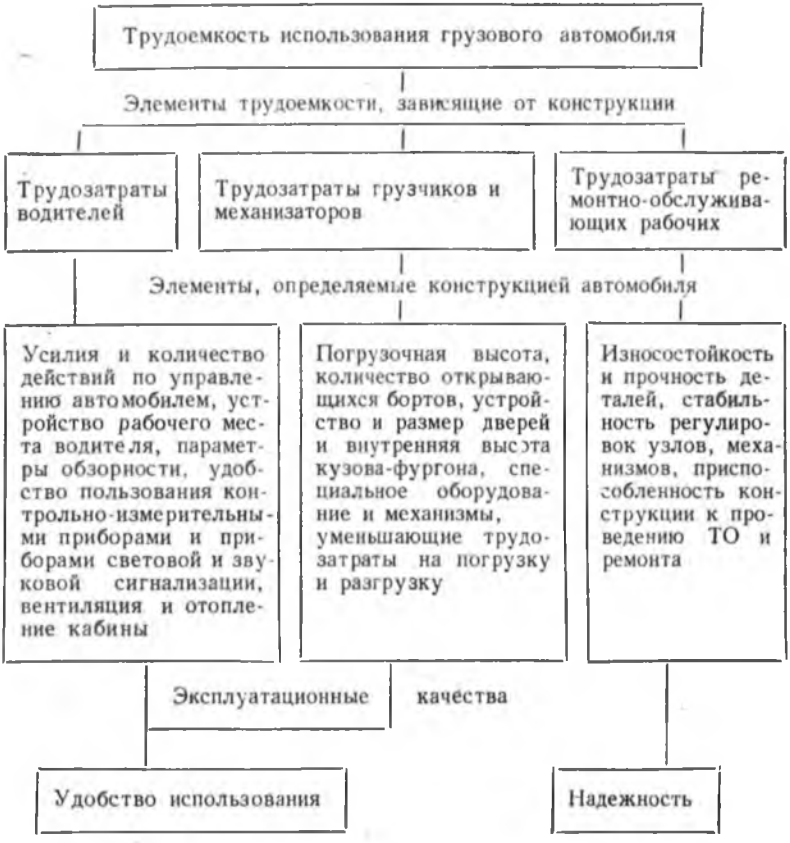


Рис. 2.2. Схема зависимости трудоемкости использования автомобиля от элементов его конструкции

Зависимость производительности автомобиля от различных факторов конструктивного и эксплуатационного характера уже рассматривалась выше. Из параметров, входящих в выражение (2.2), для определения среднегодовой производительности, такие, как грузоподъемность и коэффициент ее использования, техническая скорость, коэффициент использования пробега, время на погрузку и разгрузку, коэффициент использования автомобиля, в той или иной мере зависят от конструкции автомобиля.

На рис. 2.1 приведена взаимосвязь параметров производительности и конструктивных особенностей грузового

Рис. 2.3. Схема зависимости металлоемкости перевозок от элементов конструкции автомобиля

автомобиля, характеризующихся соответствующими эксплуатационными качествами.

Анализ формулы (2.3) показывает, что различные виды трудовых затрат, определяющих трудоемкость использования грузового автомобиля, в разной мере зависят от конструкции автомобиля. В частности, трудозатраты водителей, интенсивность труда, степень их утомляемости зависят от усилий, требуемых для приведения в действие органов управления, и частоты пользования ими, от устройства рабочего места водителя, параметров обзорности с рабочего места, от удобства пользования контрольно-измерительными приборами и приборами световой и звуковой сигнализации, от микроклимата в кабине и т. д. Трудозатраты грузчиков и механизаторов прямо зависят от приспособленности конструкции автомобиля к выполнению погрузочно-разгрузочных работ. Трудовые затраты ремонтно-обслуживающих рабочих непосредственно связаны, во-первых, с объемом работ по техническому обслуживанию и ремонту, во-вторых, с приспособленностью конструкции автомобиля к выполне-

нию этих работ с минимальными трудозатратами. Трудовые затраты административно-управленческого персонала практически не связаны с конструкцией автомобиля.

Схема связи «элементы трудоемкости использования грузового автомобиля — элементы конструкции — эксплуатационные качества» показана на рис. 2.2.

Энергоемкость перевозок определяется совокупностью особенностей конструкции автомобиля, которые характеризуются его эксплуатационным качеством — топливной экономичностью.

Металлоемкость перевозок зависит, с одной стороны, от совершенства компоновки автомобиля, степени использования в конструкции легких материалов, с другой, от износостойкости и прочности деталей (рис. 2.3).

Аналогичный анализ таких элементов эффективности использования автомобиля, как качество перевозки и безвредность автомобиля, показывает, что особенности его конструкции, от которых указанные элементы эффективности зависят, оцениваются соответствующими эксплуатационными качествами — удобством использования и безопасностью автомобиля.

Приведенные затраты на перевозки зависят от тех же элементов конструкции, что и производительность автомобиля (последняя входит в выражение для их определения). Кроме того, на приведенные затраты влияет ряд других особенностей конструкции, что может быть выявлено из анализа зависимости от конструкции автомобиля суммы эксплуатационных расходов на перевозки, которая может быть представлена в виде:

$$\sum C_э = C_т + C_м + C_ш + C_{о.р} + C_а + C_з + C_н + C_{п.-р} + C_д,$$

где $C_т$ — затраты на топливо; $C_м$ — затраты на эксплуатационные материалы; $C_ш$ — затраты на шины; $C_{о.р}$ — затраты на ТО и текущий ремонт; $C_а$ — амортизация автомобиля и отчисления на капитальный ремонт; $C_з$ — затраты на заработную плату водителей; $C_н$ — накладные расходы; $C_{п.\ р}$ — затраты на погрузочно-разгрузочные работы; $C_д$ — дорожная составляющая.

Из приведенных видов затрат такие, как накладные расходы, расходы на эксплуатационные материалы, зависят от конструкции автомобиля незначительно и могут не учитываться. Не зависит от конструкции и определяемая по действующей системе заработная плата водителей. Связь остальных видов затрат с элементами конструкции автомобиля показана на рис. 2.4. Что касается капитальных

Рис. 2.4. Схема зависимости денежных затрат на грузовые перевозки от элементов конструкции автомобиля

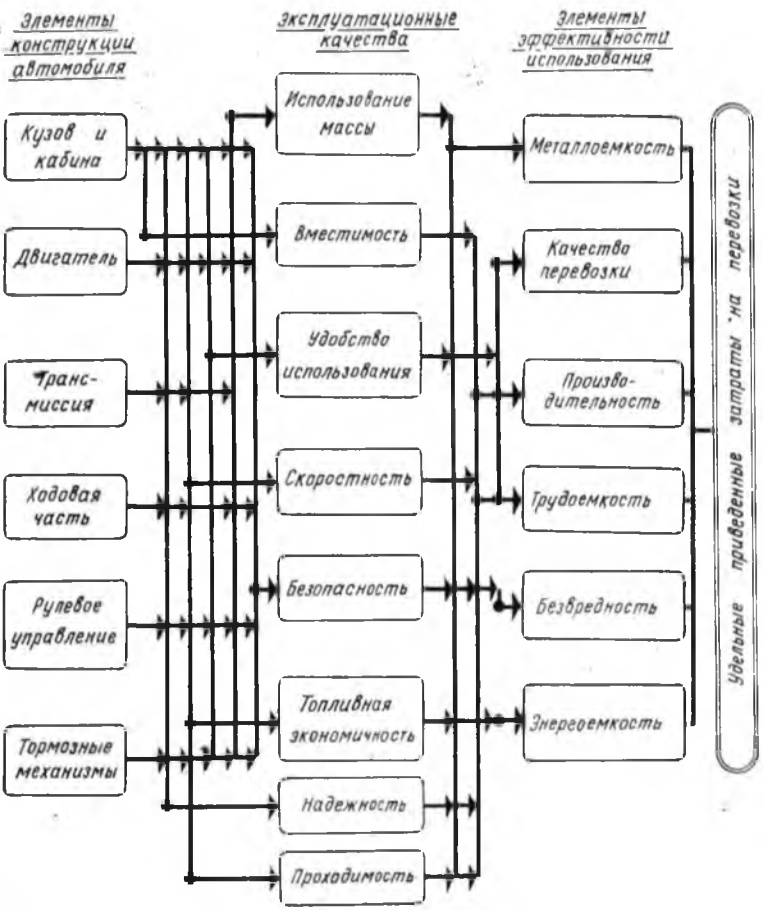


Рис. 2.5. Схема системной связи между конструкцией автомобиля и эффективностью его использования

вложений K в автомобильные перевозки [см. формулу (2.1)], зависимость их от конструктивных особенностей автомобиля невелика.

Анализ взаимосвязи элементов эффективности использования автомобиля и его конструкции позволяет установить основные эксплуатационные качества, наиболее важные при оценке совершенства конструкции автомобиля. Применение элементов, характеризующих эффективность использования автомобиля, наряду с использованием измерителей его основных эксплуатационных качеств обеспечивает наи-

более полную и всестороннюю технико-экономическую оценку совершенства конструкции автомобиля.

С целью дальнейшего совершенствования метода технико-экономической оценки конструкции автомобилей проф. Д. П. Великанов, ставя конечной задачей определение объективной зависимости приведенных затрат на перевозки как основного критерия эффективности от конструкции автомобиля, разработал схему системной связи между элементами конструкции и элементами эффективности автомобиля через его эксплуатационные качества [3], которая в несколько измененном виде показана на рис. 2.5.

На приведенной схеме взаимосвязи между элементами конструкции, эксплуатационными качествами и элементами эффективности использования автомобиля прослеживаются следующим образом: стрелка — объединяющая вертикальная линия — жирная точка — горизонтальная линия со стрелкой, указывающей на соответствующее эксплуатационное качество или элемент эффективности. Если на данное эксплуатационное качество (элемент эффективности) влияет только один элемент конструкции (одно эксплуатационное качество), такая взаимосвязь определяется стрелкой и жирной точкой, расположенными на одной горизонтальной прямой или ломаной линии.

До настоящего времени не для всех элементов конструкции автомобиля и его эксплуатационных качеств отработаны методы оценки их связи с затратами на перевозки. Имеют место сложности при определении стоимостного выражения таких элементов эффективности автомобиля, как качество перевозки, безвредность и т. д. Работа в этом направлении будет способствовать дальнейшему развитию метода технико-экономической оценки совершенства конструкций автомобилей.

ГЛАВА 3. ДОРОЖНЫЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

3.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИЖЕНИЯ ПО АВТОМОБИЛЬНЫМ ДОРОГАМ

Дорожные условия характеризуются скоростью и интенсивностью движения, дистанциями между автомобилями, составом транспортного потока и т. д. Эти показатели используются при установлении категории дороги, ширины полосы движения, количества полос, прочности дорожной одежды и т. д. Одной из основных характеристик движения транспортных средств по автомобильным дорогам является интенсивность движения, выражаемая количеством транспортных средств, проходящих через поперечное сечение дороги в обоих направлениях за единицу времени (5, 15, 30 мин, час, сутки). Интенсивность движения изменяется в течение часа, суток, недели, месяца, года, ряда лет, что необходимо учитывать при ее определении и проектировании дорог. Согласно «Инструкции по учету движения транспортных средств на автомобильных дорогах» ВСН 45—68 (М., Транспорт, 1969), интенсивность движения определяется на основании регистрации в пунктах учета наблюдателями или автоматическими приборами количества и типа транспортных средств в заранее установленные дни (4 и 19 числа каждого месяца) за каждый час в течение суток с 0.00 до 24.00 ч местного времени и вычисления среднего арифметического из 24 зарегистрированных показаний.

Параметры плана и профиля автомобильной дороги влияют на интенсивность движения, определяя пропускную способность дороги, которая выражается максимальным количеством автомобилей, проходящих через поперечное сечение полосы движения (дороги) за единицу времени. Для исключения влияния состава движения на пропускную способность, поскольку дистанция между грузовыми автомобилями при одинаковой скорости движения больше, чем между легковыми, при определении интенсивности движения за транспортную единицу принят легковой автомобиль. Для

приведения количества автомобилей различных типов к легковым используются коэффициенты приведения, представляющие отношение дистанции между автомобилями данного вида к дистанции между легковыми автомобилями. В СССР при определении интенсивности движения применяются следующие коэффициенты приведения [7]: для легковых автомобилей — 1; мотоциклов — 0,5; грузовых автомобилей — 1,5...4,5; автопоездов — 5...6.

Для автобусов коэффициенты приведения такие же, как и для грузовых автомобилей, на базе которых автобусы созданы. При пересеченной местности коэффициенты приведения увеличиваются в 1,4 раза, при горной — в 2 [6].

Характеристика движения по интенсивности не является при решении ряда задач проектирования, эксплуатации дорог исчерпывающей. Так, при расчете прочности дорожных одежд необходимо учитывать, что последняя зависит не только от количества прилагаемых нагрузок, но и от их значений. Например, разрушительное действие на дорогу одного тяжелого автомобиля значительно сильнее, чем большого числа легких. В этом отношении движение по дороге может характеризоваться грузонапряженностью транспортного потока, определяемой массой транспортных средств, проходящих через поперечное сечение дороги в двух направлениях за единицу времени.

3.2. КЛАССИФИКАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В нашей стране приняты государственная и техническая классификации автомобильных дорог. По значению для народного хозяйства и по административному подчинению автомобильные дороги разделяют на: магистральные общегосударственного значения, предназначенные для сообщений между крупными административными, промышленными и культурными центрами и важнейшими экономическими районами СССР; магистральные республиканского значения для сообщений между областями республик и центрами республиканского значения; областного значения, обеспечивающие связи районов и крупных предприятий с областными центрами, станциями железных дорог, пристанями; районного значения, связывающие районные центры, населенные пункты и крупные местные промышленные станции и пристани; курортные, предназначенные для пассажирских сообщений в курортных районах; подъездные пути к крупным городам и промышленным центрам для связи с тяготеющими районами; городские дороги и дороги насе-

ленных пунктов; дороги промышленных предприятий, совхозов, колхозов, лесхозов для внутрихозяйственных перевозок.

Цель приведенной классификации — закрепить дороги за соответствующими государственными и другими органами для их административного подчинения, финансирования строительства и эксплуатации.

В зависимости от народнохозяйственного значения, степени технического совершенства, от интенсивности движения внегородские дороги общей сети страны делятся на пять технических категорий.

К I категории относятся автомобильные дороги общегосударственного значения, основные магистральные дороги республиканского значения, подъезды от крупных городов к аэропортам, речным и морским портам с расчетной интенсивностью движения более 7000 автомобилей в сутки. (Расчетная интенсивность движения здесь и ниже приводится в физических транспортных единицах.)

Во II категорию включают дороги аналогичного народнохозяйственного значения, но с расчетной интенсивностью дорожного движения от 3000 до 7000 автомобилей в сутки.

К III технической категории относятся дороги общегосударственного и республиканского значения (кроме отнесенных к I и II категориям), основные дороги областного или районного (при отсутствии областного деления) значения, подъезды к населенным пунктам, железнодорожным узлам, речным и морским портам, местам массового отдыха населения, подъездные дороги предприятий с расчетной интенсивностью движения от 1000 до 3000 автомобилей в сутки.

Дороги областного и районного значения (кроме отнесенных к III категории), местного значения, подъездные дороги общей сети, промышленных предприятий, крупных строительных объектов, совхозов и колхозов с расчетной интенсивностью движения от 200 до 1000 автомобилей в сутки составляют IV техническую категорию.

К V категории относятся дороги местного значения (кроме отнесенных к IV категории), внутрипромысловые дороги и подъезды, постоянные внутренние дороги совхозов и колхозов, служебные и патрульные с расчетной интенсивностью движения менее 200 автомобилей в сутки.

Для дорог каждой категории устанавливаются определенные технические нормативы (ширина проезжей части, число полос движения, продольные уклоны, радиусы закруглений в плане и т. д.), рассчитанные на обеспечение безопасности движения одиночных легковых автомобилей

Табл. 3.1. **Расчетные скорости на автомобильных дорогах**

Категория дороги	Расчетная скорость, км/ч		
	основная	допускаемая на трудных участках	
		пересеченной местности	горной местности
I	150	120	80
II	120	100	60
III	100	80	50
IV	80	60	40
V	60	40	30

при хорошей видимости в сухую погоду или при увлажненной чистой поверхности покрытия с расчетными скоростями, соответствующими данной категории дороги. Чем выше интенсивность дорожного движения, тем более совершенной должна быть дорога. Затраты на строительство и содержание таких дорог быстро окупаются за счет значительной экономии в расходах на эксплуатацию автомобилей. При малой интенсивности движения экономия в расходах на эксплуатацию автомобилей не может окупать значительных затрат на улучшение дороги. В таких случаях строят менее совершенные дороги, движение по которым происходит с пониженными скоростями.

Согласно нормам проектирования (СНиП II-Д. 5—72), для дорог различных технических категорий установлены определенные расчетные скорости движения (табл. 3.1). Под расчетной скоростью движения по дороге понимают наибольшую безопасную скорость, с которой одиночный автомобиль может проезжать кривые в плане и продольном профиле при отсутствии другого движения, ясной погоде, чистом, ровном, слегка увлажненном покрытии, когда скорость движения зависит только от геометрических элементов трассы.

Основная расчетная скорость для дорог I технической категории соответствует максимальным скоростям, которые могут развивать современные отечественные легковые автомобили ГАЗ-13 «Чайка», ГАЗ-3102 «Волга», ВАЗ-2103 «Жигули», а расчетная скорость для дорог IV категории близка к значениям максимальных скоростей, развиваемых современными грузовыми автомобилями.

3.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ ДОРОГ В ПЛАНЕ

Автомобильная дорога как симметричное инженерное сооружение имеет геометрическую ось, расположение которой на местности называют трассой дороги. Трасса в силу ряда причин (рельеф местности, водные преграды, ценные сельскохозяйственные угодья, заповедники и т. д.) постоянно меняет свое направление в плане и профиле и представляет собой пространственную линию. Графическое изображение проекции трассы на горизонтальную плоскость называют планом трассы. Последний состоит из прямолинейных и криволинейных участков.

Прямолинейные участки дороги характеризуются длиной и румбом, представляющим собой острый плоский угол между северным или южным меридианом и данной линией. До последнего времени считалось, что чем больше длина прямолинейного участка, тем благоприятнее дорожные условия для безопасности движения. Специальными исследованиями установлено, что оптимальной является длина прямолинейных участков дороги 4...4,5 км, так как движение по длинным прямым сопряжено с прогрессирующей усталостью, притуплением внимания водителей, особенно медленно движущихся грузовых автомобилей, с потерей контроля за скоростью у водителей легковых автомобилей. Все это может быть причиной повышенной аварийности.

Румб также влияет на безопасность движения. Считается, что дороги, проложенные в направлении с запада на восток или с востока на запад, более опасны, чем проложенные в других направлениях.

Основными характеристиками криволинейных участков дороги в плане являются угол поворота, радиус круговой кривой, длина кривой.

Центробежная сила, действующая на автомобиль, движущийся по кривой, может вызывать его опрокидывание или занос, усложняет управление им, снижает комфортабельность поездки пассажиров. На кривых малых радиусов вследствие деформирования шин в поперечном направлении повышается их износ и увеличивается расход топлива. Кроме того, на криволинейных участках ухудшается видимость дороги в дневное время из-за наличия с внутренней стороны кривой откосов, косогоров, деревьев, кустарника, застройки, а в ночное время вследствие того, что фары освещают дорогу перед автомобилем на меньшее расстояние, чем на прямолинейном участке.

Табл. 3.2. **Наименьшие радиусы кривых в плане**

Категория дороги	Расчетная скорость, км/ч	Наименьший радиус кривой, м
I	150	1000
II	120	600
III	100	400
IV	80	250
V	60	125
—	50	100
—	40	60
—	30	30

Действие приведенных отрицательных факторов тем сильнее, чем меньше радиус кривой в плане. Безопасность, удобство и экономичность движения с расчетной скоростью обеспечиваются достаточно большими радиусами кривых в плане. В благоприятных для проложения трассы условиях радиусы круговых кривых не должны быть меньше 3000 м. При этом условия движения практически не отличаются от условий на прямолинейных участках. В случае необходимости допускаются отклонения от рекомендуемых радиусов кривых, но не ниже установленных нормами на проектирование автомобильных дорог, обеспечивающих движение с расчетной скоростью по кривой при условии устройства виража (табл. 3.2).

Для обеспечения постепенного перехода к круговой кривой и обратно, т. е. плавного нарастания или уменьшения кривизны, устраивают кривые переменного радиуса, так называемые переходные. Они обеспечивают постепенное изменение центробежной силы, действующей на автомобиль при движении по криволинейному участку. Это способствует облегчению управления автомобилем, так как при езде по переходной кривой водитель поворачивает рулевое колесо плавно. Переходные кривые устраивают в случае, если радиусы круговых кривых не превышают 2000 м. Согласно СНиП II-Д. 5—72 [27], наименьшие длины переходных кривых назначаются в интервале от 30 до 120 м в зависимости от радиуса круговой кривой.

3.4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ДОРОГ

Продольным профилем дороги называют развернутую в плоскости чертежа проекцию оси дороги на вертикальную плоскость. На рис. 3.1 показано схематическое изображение

линии поверхности земли *А* (линия, соединяющая отметки поверхности земли) и проектной линии *Б* (линия, соответствующая отметкам бровки дороги).

В зависимости от рельефа местности поверхность дороги может быть ниже поверхности земли (дорога проходит в выемке) или выше — по искусственно насыпанному грун-

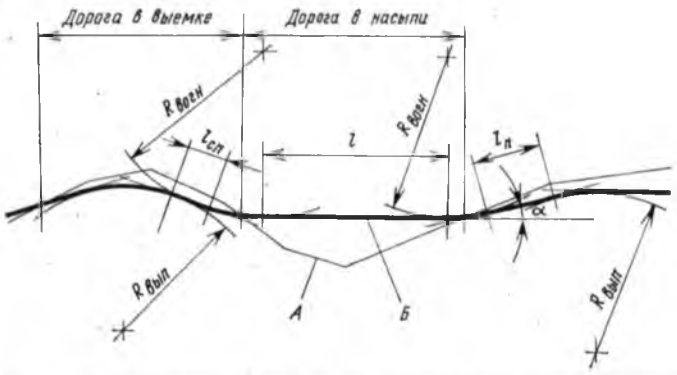


Рис. 3.1. Схематическое изображение продольного профиля дороги

ту (дорога проходит в насыпи). В качестве основных элементов продольного профиля дороги следует отметить: горизонтальные участки, характеризуемые длиной l; подъемы и спуски, характеризуемые длиной $l_п$ или $l_{сп}$ и крутизной; вертикальные кривые, характеризуемые длиной и радиусом кривизны R. Крутизна подъемов — спусков выражается отношением разности высот относительно нулевой линии в начале и конце участка дороги к проекции этого участка на горизонтальную плоскость. Другими словами, это тангенс угла α, образуемого осью дороги на данном участке и горизонтальной поверхностью. Продольный уклон выражается в тысячных долях — промилле (‰).

Сопряжения подъема с последующим спуском или горизонтальным участком и горизонтального участка с последующим спуском (выпуклый перелом) осуществляются по выпуклой кривой радиуса $R_{вып}$, сопряжения же спуска с последующим подъемом или горизонтальным участком и горизонтального участка с последующим подъемом (вогнутый перелом) — по вогнутой кривой радиуса $R_{вогн}$.

Продольный уклон является одной из важнейших характеристик дороги, необходимых для выполнения расчетов измерителей динамических качеств и топливной экономичности автомобиля.

Табл. 3.3. **Наибольшие продольные уклоны на дорогах**

Параметр	Категория дороги							
	I	II	III	IV	V			
	Расчетная скорость, км/ч							
	150	120	100	80	60	50	40	30
Наибольший продольный уклон, ‰	30	40	50	60	70	80	90	100

Уклоны продольного профиля могут ограничивать скорость движения автомобиля вследствие предельного использования его динамических качеств, вызывают увеличение расхода топлива при выполнении перевозок. Поэтому для достижения наиболее высоких показателей работы автомобилей продольные уклоны должны быть как можно более пологими.

С другой стороны, строительство дорог с пологими уклонами приводит к увеличению объема земляных работ, т. е. к возрастанию стоимости строительства. Поэтому при подходе к нормированию продольных уклонов в расчет принимают суммарные затраты для народного хозяйства, включающие стоимость строительства и эксплуатационные затраты на выполнение перевозок. Оптимальным будет такое значение продольного уклона, которому соответствует минимум суммарных затрат. При этом чем выше расчетная интенсивность движения (выше категория дороги), тем меньше оптимальное значение уклона. СНиП II-Д. 5—72 предписывается, когда по условиям местности это технически возможно и экономически целесообразно, назначать продольные уклоны не более 30 ‰. В иных случаях устанавливаются следующие наибольшие продольные уклоны при разных расчетных скоростях (табл. 3.3).

В особо трудных условиях при соответствующем обосновании разрешается увеличивать продольный уклон, но не более чем на 20 ‰ против норм, приведенных в табл. 3.3 [27].

Выпуклые и вогнутые переломы продольного профиля, образующиеся вследствие чередования подъемов, спусков и горизонтальных участков, усложняют условия движения. Выпуклые переломы ограничивают видимость дороги в продольном профиле. При их проезде (особенно с большой скоростью) возможна потеря управляемости автомобиля из-за отрыва управляемых колес от поверхности дороги.

Табл. 3.4. **Наименьшие радиусы вертикальных кривых и минимальные расстояния видимости**

Нормируемые величины	Расчетная скорость, км/ч							
	150	120	100	80	60	50	40	30
Минимальные расстояния видимости, м:								
поверхности дороги	250	175	140	100	75	60	50	40
встречного автомобиля	—	350	280	200	150	120	100	80
Наименьшие радиусы вертикальных кривых, м:								
выпуклых	25 000	15 000	10 000	5000	2500	1500	1000	600
вогнутых:								
основных	8000	5000	3000	2000	1500	1200	1000	600
в исключительных случаях	4000	2500	1500	1000	600	400	300	200

Радиусы вертикальных выпуклых кривых рассчитывают из соображений обеспечения видимости дороги. При этом удовлетворяется и требование обеспечения устойчивости движения, так как в этом случае действие центробежной силы, возникающей при проезде кривой, весьма невелико. При преодолении вогнутого перелома вследствие действия центробежных сил увеличивается нагрузка на подвеску и шины, ухудшается комфортабельность поездки на автомобиле, снижается видимость дороги в ночное время, так как свет фар освещает дорогу на расстояние, меньшее расчетной видимости. Радиусы вертикальных вогнутых кривых определяют исходя из центробежной силы, допустимой по условиям перегрузки подвески и самочувствия пассажиров, и проверяют на обеспечение видимости дороги.

Согласно СНиП II-Д. 5—72, рекомендуются, если это возможно по местным условиям и не вызывает удорожания строительства, радиусы вертикальных выпуклых кривых не менее 70 000 м (длина кривой не менее 300 м) и вогнутых кривых не менее 8000 (длина кривой не менее 100 м). Если по условиям местности это невыполнимо или приводит к увеличению объемов работ и стоимости строительства дороги, допускается уменьшение радиусов вертикальных кривых на основе технико-экономического обоснования (табл. 3.4).

3.5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ ПОПЕРЕЧНОГО ПРОФИЛЯ ДОРОГ

Поперечным профилем дороги называют изображение сечения ее вертикальной плоскостью, перпендикулярной к оси дороги (рис. 3.2).

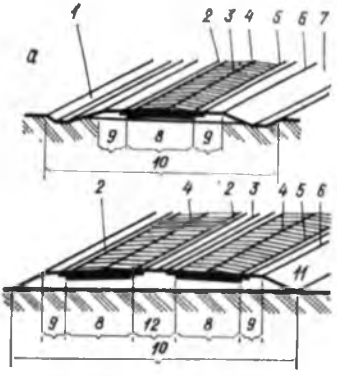


Рис. 3.2. Элементы типового поперечного профиля дороги:

а — с одной проезжей частью; *б* — с двумя проезжими частями и разделительной полосой; *1* — внешний откос боковой канавы; *2* — краевая полоса; *3* — ось дороги; *4* — ось проезжей части; *5* — кромка проезжей части; *6* — бровка насыпи; *7* — внутренний откос боковой канавы; *8* — проезжая часть; *9* — обочина; *10* — земляное полотно; *11* — откос насыпи; *12* — разделительная полоса

Полоса местности, выделяемая под дорогу, дорожные сооружения и посадку зеленых насаждений, называется дорожной полосой, или полосой отвода. Центральная часть полосы отвода, предназначенная для движения автомобилей и, как правило, укрепляемая прочными каменными материалами (дорожная одежда), называется проезжей частью. Дороги I технической категории имеют проезжие части для движения в обоих направлениях. Между ними устраивают разделительную полосу. К проезжей части примыкают полосы, называемые обочинами. Они используются для временной стоянки автомобилей, для размещения дорожно-строительных материалов при ремонте дороги. Вдоль проезжей части на обочинах и разделительной полосе устраиваются укрепительные (краевые) полосы, способствующие повышению прочности края дорожной одежды. Наличие обочин и краевых полос способствует также повышению безопасности движения. За обочинами располагаются боковые канавы (кюветы), предназначенные для отвода воды от дороги. Проезжая часть, обочины и кюветы составляют земляное полотно. Две полосы местности, примыкающие к земляному полотну, называют обрезами. Они служат для защитно-декоративных насаждений.

Полоса проезжей части, занимаемая одним движущимся автомобилем, называется полосой движения. Она включает наибольшую габаритную ширину автомобиля и допол-

нительные полосы с обеих сторон, необходимые для обеспечения безопасности движения.

Н. Ф. Хорошиловым предложена следующая зависимость для определения ширины проезжей части дороги с двумя полосами движения (рис. 3.3) [7]:

$$S_д = B + C + 2y + x,$$

где B — ширина кузова автомобиля, м; C — колея автомобиля (расстояние между внешними краями следа наиболее

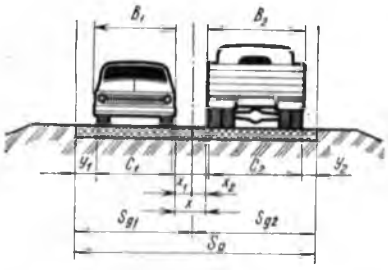


Рис. 3.3. Схема к определению ширины полосы движения

широко поставленных колес), м; y — расстояние от внешней грани следа колеса до края проезжей части, м; x — зазор между кузовами встречных автомобилей, м.

При этом расчетные значения x и y определяются по формулам:

$$x = 0{,}3 + 0{,}1\sqrt{v_1 + v_2};$$

$$y = \sqrt{0{,}1 + 0{,}0075v},$$

где v — скорость движения (v_1 — первого автомобиля, v_2 — второго автомобиля), км/ч.

Для случая движения в одном направлении по смежным полосам проезжей части

$$x = 0{,}3 + 0{,}075\sqrt{v_1 + v_2};$$

$$y = \sqrt{0{,}1 + 0{,}0075v}.$$

Таким образом, ширина полосы движения во многом определяет скорость движения. СНиП II-Д. 5—72 устанавливает ширину полосы движения, а также число полос для дорог различных категорий (табл. 3.5).

При преодолении подъемов круче 30...40 ‰ автомобили большой грузоподъемности и автопоезда движутся, как правило, с низкими скоростями (не более 10...15 км/ч), тормозя тем самым движение всего транспортного потока. Поэтому

Табл. 3.5. **Параметры поперечного профиля дороги**

Наименование элементов поперечного профиля	Основные параметры поперечного профиля дорог категории				
	I	II	III	IV	V
Число полос движения, шт.	4 и более	2	2	2	1
Ширина полосы движения, м	3,75	3,75	3,5	3	—
Ширина проезжей части, м	15 и более	7,5	7	6	4,5
Ширина обочины, м	3,75	3,75	2,5	2	1,75

на затяжных подъемах для их отделения от основного потока автомобилей на дорогах с высокой интенсивностью движения (150—200 автомобилей в час в сторону подъема) в направлении, ведущем на подъем, устраивают дополнительные полосы шириной не менее 3,5 м.

Вследствие того что при повороте автомобиля каждое его колесо движется по самостоятельной траектории, ширина занимаемой им полосы проезжей части увеличивается (рис. 3.4). Поэтому для обеспечения нормальных условий движения по кривой проезжую часть дороги в таких случаях необходимо уширять на какое-то значение Δ (м), зависящее от габаритных размеров автомобиля, радиуса поворота, а также от скорости движения (при больших скоростях).

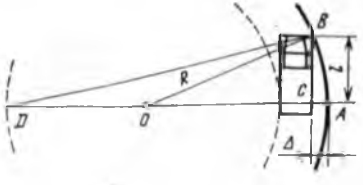


Рис. 3.4. Схема движения автомобиля по кривой

По В. Ф. Бабкову [7], для одиночных автомобилей при больших скоростях движения

$$\Delta = \frac{l^2}{2R} = \frac{0{,}05v}{\sqrt{R}},$$

где l — база автомобиля плюс передний свес, м; R — внешний габаритный радиус поворота, м.

При определении уширения проезжей части для автопоездов необходимо учитывать, что ширина полосы, занимаемой автопоездом, зависит от числа прицепов, а также от его конструкции (тип сцепного устройства, количество осей прицепов и др.). СНиП II-Д. 5—72 предусматривает уширение проезжей части дорог с двумя полосами движения на кривых с радиусами менее 1000 м (табл. 3.6).

Уширение проезжей части осуществляется с внутренней стороны кривой за счет обочин. В тех случаях, когда после

Табл. 3.6. **Уширение проезжей части дорог на кривых в плане**

Радиус кривой в плане, м	Уширение (м) при длине *l* транспортных средств до (м)						
	одиночных до 7 м и автопоездов до 11 м	13	15	18	20	23	25
1000	—	—	—	0,4	0,5	0,6	0,7
700...600	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	1
400...450	0,5	0,7	0,7	0,9	1,2	1,3	1,7
200...250	0,8	1	1,1	1,5	2	2,2	2,8
100...90	1,1	1,8	2	3	3,5	—	—
80	1,2	2	2,3	3,5	—	—	—
50	1,5	3	3,5	—	—	—	—
30	2,2	—	—	—	—	—	—

уширения проезжей части для обочины остается полоса менее 1,5 м (дорог I...III категорий) и 1 м (IV, V категорий), увеличивают ширину земляного полотна. При этом в пределах круговой кривой уширение постоянно и постепенно уменьшается на переходных кривых (рис. 3.5).

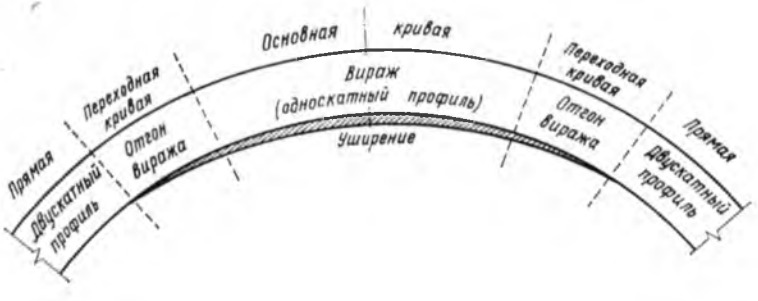


Рис. 3.5. План проезжей части дороги на закруглении

Согласно СНиП II-Д. 5—72, проезжая часть на прямолинейных участках дорог всех категорий и, как правило, на кривых в плане с радиусами 3000 м и более для дорог I категории и 2000 м и более для дорог других категорий устраивается с двускатным (выпуклым посередине) поперечным профилем (см. рис. 3.2), что обеспечивает сток воды с поверхности дорожного покрытия. На кривых в плане с меньшими радиусами для повышения устойчивости движения автомобиля и большей уверенности управления им устраивается односкатный поперечный профиль (вираж) с уклоном проезжей части и обочин к центру кривой (рис. 3.6).

Требования удобства движения автомобилей и другие

обстоятельства (при больших уклонах возможно сползание автомобилей по скользкому покрытию, ухудшение управляемости и повышение износа шин вследствие бокового увода их при движении по проезжей части с поперечным уклоном и т. д.) ограничивают крутизну уклонов двускатных поперечных профилей возможно меньшими значениями, достаточными для обеспечения стока воды. Уклон двускатного поперечного профиля назначается в зависимости от вида дорожного покрытия в следующих пределах [13]: цементо- и асфальтобетонные покрытия — 15...20‰; брусчатые, мозаиковые и клинкерные мостовые — 20...25; покрытия из щебеночных, гравийных и других материалов, обработанных органическими вяжущими веществами,— 20...25; щебеночные и гравийные покрытия — 25...30; мостовые из колотого и булыжного камня, грунтовые, укрепленные местными материалами,—30...40‰.

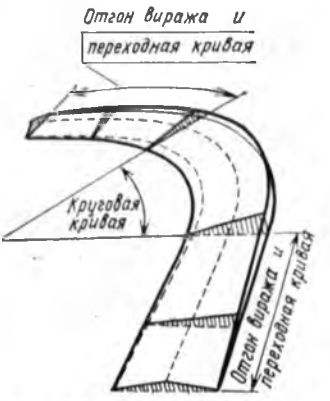


Рис. 3.6. Схема виража дороги

Поперечные уклоны обочин при двускатном поперечном профиле принимают на 10...30 ‰ больше поперечных уклонов проезжей части.

Уклон виража зависит от радиуса кривой на закруглении, от вида дорожного покрытия, района пролегания дороги. Действующими СНиПами установлены следующие значения поперечных уклонов виражей на кривых разных радиусов [7]: 20 ‰ на кривой радиуса 2000 м и более; 30 при 1000 м; 40 при 700 м; 50 при 650 м; 60 ‰ при 600 м и менее.

В районах с частыми туманами, длительными периодами гололеда наибольший поперечный уклон проезжей части на виражах принимается не более 40 ‰ (иначе автомобили, особенно тяжелые, движущиеся с малыми скоростями, сползают с уклона при скользком покрытии). В районах с незначительной продолжительностью зимнего периода со снежным покровом и редкими случаями гололеда он составляет 100 ‰.

Поперечный уклон обочин на виражах принимают равным уклону проезжей части. Переход от двускатного профиля проезжей части к односкатному осуществляют плавно, на участке, называемом отгоном виража (см. рис. 3.6).

3.6. ДОРОЖНЫЕ ОДЕЖДЫ

Дорожная одежда представляет собой укрепленную часть автомобильной дороги, предназначенную для сообщения ей необходимой прочности, ровности, обеспечения хорошего сцепления колес автомобиля с дорогой и наименьшего сопротивления движению автомобилей. Дорожная одежда проектируется как многослойная конструкция, с использованием в отдельных ее слоях материалов различной прочности в соответствии с действующими нагрузками от проезжающих автомобилей и влиянием природных факторов (рис. 3.7).

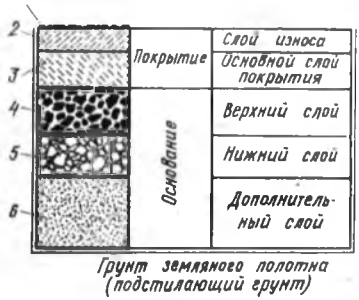


Рис. 3.7. Конструктивные слои дорожных одежд:

1 — поверхностная обработка; *2* — среднезернистый асфальтобетон; *3* — крупнозернистый асфальтобетон; *4* — щебень, обработанный вяжущими материалами; *5* — щебень; *6* — песок

Верхний слой дорожной одежды — покрытие подвергается непосредственному воздействию вертикальных и горизонтальных усилий от транспорта, а также атмосферному и поэтому устраивается из наиболее прочных каменных материалов, обычно с введением вяжущих веществ, повышающих их связность, уменьшающих износ и придающих дорожной одежде водонепроницаемость. Покрытие обеспечивает необходимые эксплуатационные качества дороги: ровность поверхности, износостойкость, прочность, высокий коэффициент сцепления, способствует удовлетворению санитарно-гигиенических требований, т. е. легкости удаления пыли, грязи, бесшумности движения. В конструкции покрытия, кроме основного слоя, может предусматриваться периодически восстанавливаемый в процессе эксплуатации слой износа.

Основание — нижняя несущая часть дорожной одежды, устраиваемая из каменных материалов или грунта, обработанного вяжущими материалами, и предназначенная для передачи и распределения нагрузки на нижележащий грунт земляного полотна. Оно не подвергается непосредственному воздействию усилий от проезжающих автомобилей и влиянию атмосферных факторов и поэтому устраивается из материалов менее прочных, чем покрытие. В случае

устройства основания из нескольких слоев для верхних используются более прочные материалы.

Третий слой дорожной одежды — грунт земляного полотна (подстилающий грунт) — представляет собой тщательно уплотненные и спланированные верхние слои земляного полотна. Он воспринимает распределенную вышележащими слоями нагрузку от проезжающих автомобилей и должен удовлетворять достаточно высоким требованиям в отношении однородности, сопротивления внешним нагрузкам, постоянства водного режима.

Транспортно-эксплуатационные качества дорожных одежд (допускаемая скорость движения, удобство движения и т. д.) определяются в первую очередь типом покрытия. Дорожные покрытия подразделяются на усовершенствованные капитальные, усовершенствованные облегченные, переходные и низшие. К каждой из названных групп относятся покрытия различных конструктивных типов (табл. 3.7).

Из всех дорожных покрытий наиболее совершенным является асфальтобетонное. Оно обладает высокой прочностью, имеет ровную поверхность с малым сопротивлением движению, необходимой шероховатостью при соответствующем составе каменного остова, гигиенично (легко удаляется грязь, пыль), хорошо поглощает толчки, удары, снижает шум. Такое покрытие может состоять из двух-трех слоев асфальтобетона, уложенного на прочное каменное основа-

Табл. 3.7. **Основные типы дорожных покрытий**

Группа покрытий	Предельная интенсивность движения грузовых автомобилей на две полосы движения в сутки, область применения покрытий	Основной конструктивный тип покрытий
1	2	3
Усовершенствованные капитальные	Интенсивное движение автопоездов и тяжелых автомобилей	Цементобетонные монолитные и сборные
	При интенсивности более 3000 автомобилей с нагрузкой на ось 98 кН	Асфальтобетонные, укладываемые в горячем состоянии
	В населенных пунктах, в местах переезда через дороги тракторов, на высоких насыпях и др.	Мостовые из брусчатки и мозаики на каменном и бетонном основании

Окончание

1	2	3
Усовершенствованные облегченные	Не более 4000	Асфальто- и дегтебетонные из подобранных смесей прочного щебня, укладываемых в горячем и теплом состоянии
	Не более 3000	Асфальтобетонные смеси, укладываемые в холодном состоянии
	2000...3000	Из щебня и гравия, обработанных битумом или дегтем в установках; щебеночные, построенные методами пропитки или полупропитки
	1500	Из крупнообломочных, песчаных или супесчаных грунтов, обработанных в установке битумной эмульсией с цементом Из щебня или гравия, обработанные на дороге жидкими битумами
	500	Слои износа, устраиваемые методом поверхностной обработки с применением прочного щебня на покрытиях переходного типа
Переходные	300...500	Щебеночные, гравийные, шлаковые и из других прочных минеральных материалов
	500	Из грунтов, местных малопрочных каменных материалов, обработанных органическими и неорганическими вяжущими
	500	Мостовые из булыжного и колотого камня
Низшие	100	Грунтовые, укрепленные или улучшенные местными материалами (гравием, щебнем и др.)
	100	Деревянные колейные и сплошные настилы

нис (рис. 3.8). Асфальтобетон — строительный материал из каменного остова (щебня или гравия) и песка, связанных между собой смесью тонкого минерального порошка с битумом.

Цементобетонные покрытия состоят из отдельных прямоугольных плит (размер в плане 3...4×6...7 м при толщине 18...24 см), между которыми устраивают швы, необходимые для компенсации изменений длины плит при колебаниях температуры.

Для обеспечения совместной работы плит при проезде

транспортных средств, а также для предотвращения их взаимного смещения по вертикали в швы вводят металлические штыри, соединяющие плиты, но не препятствующие их горизонтальным смещениям при температурных деформациях. Цементобетонные дороги выполняют путем заливки плит на месте или из готовых плит, что позволяет практически полностью механизировать их строительство. С по-

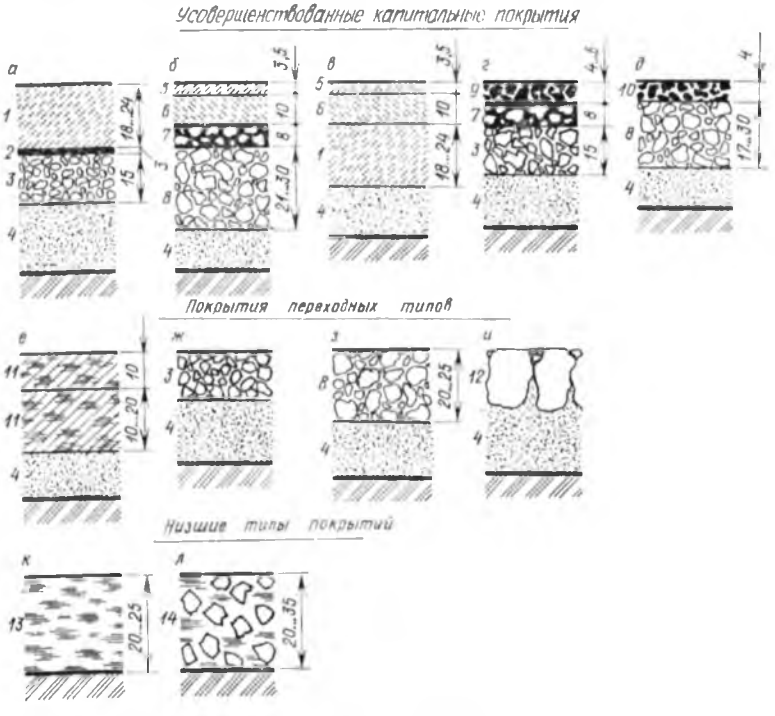


Рис. 3.8. Примеры конструкций дорожных одежд:

а — цементобетонное покрытие; *б* — асфальтобетонное покрытие на гравийном основании; *в* — двухслойное асфальтобетонное покрытие на бетонном основании (применяется в городах); *г* — покрытие из щебня, обработанного органическими вяжущими, на щебеночном основании; *д* — покрытие из гравийной смеси, обработанной органическими вяжущими, на гравийном основании; *е* — покрытие из грунта, обработанного неорганическими вяжущими; *ж* — щебеночное покрытие; *з* — гравийное покрытие; *и* — булыжная мостовая; *к* — покрытие из грунтовой смеси оптимального состава; *л* — покрытие из грунта, укрепленного добавками щебня, гравия, шлаков; *1* — цементобетон; *2* — прослойка из песка, обработанного органическими вяжущими; *3* — щебеночный слой; *4* — дополнительный (морозозащитный, дренирующий) слой из песка, гравия, шлака или морозоустойчивых местных каменных материалов; *5* — среднезернистый, мелкозернистый или песчаный асфальтобетон; *6* — крупнозернистый пористый асфальтобетон; *7* — щебень, обработанный органическими вяжущими методом пропитки; *8* — гравийная смесь; *9* — щебень, обработанный в установке органическими вяжущими; *10* — гравийная смесь с добавками щебня, обработанная в установке вяжущими; *11* — грунт, укрепленный добавками неорганических вяжущих; *12* — булыжная мостовая; *13* — грунт, укрепленный песчано-глинистыми добавками; *14* — грунт, укрепленный щебнем, шлаком, гравием и дресвой

мощью современной высокопроизводительной техники можно укладывать 800...1000 м бетонных покрытий в день. Недостатком таких дорог является то, что через швы в основание дорожной одежды может проникать влага. Кроме того, несмотря на высокую прочность бетонных плит, их нужно укладывать на прочные основания, так как при укладке непосредственно на грунт в плитах в результате многократных упругих деформаций появляются трещины.

Мостовые представляют собой покрытия (основания) из отдельных естественных или искусственных камней. Клинкерная и брусчатая мостовые, относящиеся к усовершенствованным, устраиваются соответственно из специального кирпича (клинкера) определенных размеров, обжигаемого при высоких температурах, и из каменных брусков правильной формы. Булыжные осколочные мостовые сооружают из грубоколотых камней, имеющих форму, близкую к форме усеченной пирамиды, расклиненных щебнем. На дорогах II, III категорий они могут использоваться в качестве основания под более совершенные покрытия. Из-за невозможности механизации работ строительство мостовых практически прекращено.

Щебеночные и гравийные покрытия, обработанные вяжущими материалами, представляют собой слой щебня или гравия, в который для повышения сцепления отдельных каменных частиц между собой вводят различными способами (смешением в специальных установках, пропиткой и др.) органические вяжущие, что обеспечивает покрытию достаточную прочность, водостойкость.

Щебеночные, гравийные, шлаковые покрытия (без обработки вяжущими материалами) характеризуются малым сопротивлением изнашиванию, так как горизонтальные силы, возникающие при движении автомобилей, разрушительно действуют на верхний слой вследствие слабого сцепления между каменными частицами, из которых он состоит. Поэтому покрытия этого типа применяют при малой интенсивности движения, а чаще используют как несущий слой под более совершенные покрытия.

Покрытия низшего типа — из грунтов, укрепленных различными местными материалами, применяют в качестве временных на дорогах IV и V категорий. Добавка песка, гравия и других зернистых материалов в глинистые грунты увеличивает сопротивляемость нагрузкам таких покрытий при увлажнении.

В качестве оснований дорожных одежд в зависимости от вида покрытий применяют конструктивные слои из бетона,

щебня, гравия, грунта и других местных материалов с обработкой вяжущими материалами или без нее (см. рис. 3.8).

Одной из основных транспортно-эксплуатационных характеристик дорожного покрытия является его ровность. Ее принято оценивать с помощью коэффициента ровности, представляющего отношение суммы высот неровностей покрытия на данном участке дороги к его длине. Коэффициент ровности определяется как сумма вертикальных перемещений оси автомобиля при ходе сжатия подвески (в сантиметрах) на 1 км с помощью толчкомера. Последний состоит из вертикальной зубчатой рейки, соединенной в нижней части через шаровой шарнир с осью автомобиля и находящейся в зацеплении с зубчатым колесом, которое через храповую муфту передает движение счетчику. Последний благодаря муфте поворачивается в одну сторону и регистрирует таким образом сумму вертикальных перемещений оси при ходе сжатия рессор. Покрытия различных типов имеют разные коэффициенты ровности. Так, для новых асфальтобетонных покрытий он составляет 25...50 см/км, для цементобетон-

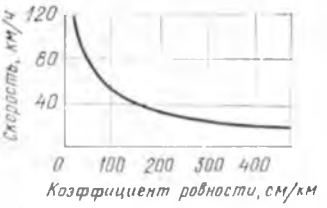


Рис. 3.9. Зависимость допустимой скорости движения от ровности дорожного покрытия

Табл. 3.8. **Влияние типа покрытия дороги на режимы работы агрегатов автомобиля ЗИЛ-130**

Параметры	Покрытие дороги				
	Цементо- и асфальтобетон	Битумные минеральные смеси	Щебеночные, гравийные	Булыжные, грунтовые укрепленные	Естественные грунтовые дороги
Средняя техническая скорость, км/ч	66	56	36	27	20
Среднее суммарное число оборотов коленчатого вала двигателя на 1 км пробега	2228	2561	2628	3185	4822
Среднее квадратичное отклонение угла поворота рулевого колеса, град	8	9,5	12	15	18
Число включений сцепления на 1 км	0,35	0,37	0,49	0,64	1,52
Число торможений на 1 км	0,24	0,25	0,34	0,42	0,9
Число переключений передач на 1 км	0,52	0,62	1,24	2,1	3,2
Число колебаний подвески с амплитудой более 30 мм на 100 км	68	128	214	352	625
Коэффициент сопротивления качению	0,014	0,02	0,032	0,04	0,08

Табл. 3.9. **Транспортно-эксплуатационные характеристики некоторых типов покрытий**

Тип покрытия	Коэффициент сопротивления качению, %	Расход топлива, %	Износ шин, %	Межремонтный пробег автомобилей, %	Эксплуатационные расходы, %
Асфальтобетонное	100	100	100	100	100
Цементобетонное	133	101	135	100	103
Щебеночное, гравийное, обработанные вяжущими материалами	200	104	126	94	130
Щебеночное	233	111	128	83	145
Гравийное	267	112	142	83	160
Булыжная мостовая	333	117	—	83	180
Грунтовое профилированное	200...400	103	70	64	200

ных — 50...100 см/км (влияет наличие поперечных швов). Самый высокий коэффициент ровности у булыжных мостовых (у новых он превышает 200 см/км).

От ровности покрытия существенно зависит скорость движения (рис. 3.9). На дорогах с неровными покрытиями скорость автомобиля определяется не его динамическими качествами, а плавностью хода в связи с необходимостью обеспечить сохранность груза, самого автомобиля и комфортабельность поездки.

Тип покрытия (в основном его ровность) влияет также на срок службы автомобилей, определяя во многом режим работы его агрегатов, механизмов. Проф. Е. С. Кузнецов [21] приводит следующие данные (табл. 3.8).

Автомобили, предназначаемые для эксплуатации на дорогах с низкими параметрами ровности дорожного покрытия, должны конструироваться с повышенным запасом прочности деталей, что ведет, естественно, к увеличению их собственной массы и ухудшению таких эксплуатационных качеств, как использование массы, топливная экономичность.

Ниже приведены транспортно-эксплуатационные характеристики основных типов покрытий в сравнении с асфальтобетонным, считающимся лучшим (табл. 3.9).

3.7. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АВТОМОБИЛЯ И ДОРОГИ. ОГРАНИЧЕНИЕ ГАБАРИТОВ И МАСС АВТОМОБИЛЕЙ

Силы, передающиеся на дорожную одежду при движении автомобиля, оказывают разрушающее воздействие на дорогу. Под действием вертикальных сил происходит упру-

гая деформация дорожной одежды. Повторное их действие на один и тот же участок дороги приводит к возникновению явлений усталости, появлению трещин и разрушению дорожной одежды. К характерным повреждениям дорожной одежды от действия вертикальных сил относятся просадки, проломы, выбоины, волны, колеи. Просадки представляют собой впадины различных размеров с пологими склонами. Они характерны для дорожных одежд нежесткого типа. Проломы имеют место на одеждах переходного типа при больших вертикальных нагрузках и пониженной прочности подстилающего грунта. Выбоины — местные разрушения дорожного покрытия, причиной их появления является действие вертикальных сил, вызванных колебаниями подрессоренных масс автомобиля, которые имеют сравнительно большой период и амплитуду. Волны — это чередующиеся через 0,3...1,8 м неровности в виде гребней и впадин с пологими краями, перпендикулярные к направлению движения. Их образование обусловливается колебаниями неподрессоренных масс автомобиля, имеющих малые период и амплитуду.

Вертикальные силы, их разрушающее действие на дорогу зависят от масс проезжающих автомобилей, распределения нагрузки по осям, скорости движения. Давление колеса на дорогу, кроме того, определяется внутренним давлением в шине, ее конструкцией, рисунком протектора. С ухудшением ровности дорожного покрытия разрушающее действие вертикальных сил возрастает. Значительно увеличиваются также вертикальные силы, действующие на дорожную одежду, при проезде автомобилем вогнутых переломов, по вертикальным вогнутым кривым, вследствие появления дополнительных центробежных сил.

Горизонтальные силы, действующие в плоскости дорожного покрытия и возникающие вследствие ударов колес при наезде на неровности покрытия, вследствие трения шины о верхний слой покрытия при передаче тягового усилия или при торможении, при движении по кривой в результате действия центробежной силы, вызывают износ (истирание) дорожного покрытия и его сдвиги, т. е. смещение в направлении движения. На горизонтальные силы влияет масса транспортного средства, распределение нагрузки по осям, коэффициент сопротивления качению (при перекатывании колес), который сильно зависит от скорости движения (при высоких скоростях), или коэффициент сцепления шины с дорогой (при передаче тягового усилия и торможения, а также при движении по кривой), зависящий, с одной сторо-

Табл. 3.10. **Средняя стоимость ремонта 1 км дороги**

Тип дорожного покрытия	Средняя стоимость ремонта, тыс. р.		
	капитального	среднего	текущего и содержание дороги
Цементобетонное	25	4	0,8
Асфальтобетонное	25	3	0,9
Щебеночное и гравийное, обработанные вяжущими материалами	15	2,5	0,8
Мостовые из булыжного и колотого камня	8	2,2	1
Щебеночное и гравийное	8,5	2,5	1,5
Грунтовое, обработанное вяжущими материалами	11	3,5	1,3

ны, от конструкции шины, с другой, от типа и состояния покрытия дорожной одежды.

Разрушительное действие на дорогу вертикальных сил значительно выше, чем горизонтальных.

Строительство и ремонт автомобильных дорог требует очень больших денежных и материальных затрат. В. А. Гохман и Г. А. Ромаданов [13] приводят следующие данные о затратах на ремонт автомобильных дорог с различными типами покрытий (табл. 3.10).

По их же данным ориентировочная стоимость строительства 1 км дорожной одежды составляет: от 200 тыс. р. для дорог I категории с цементобетонным покрытием, 170 тыс. р. с асфальтобетонным и до 15 тыс. р. для дорог с покрытиями низшего типа.

По мере разрушения дорожного покрытия повышается себестоимость перевозок вследствие увеличения транспортной составляющей из-за снижения скоростей движения.

Элементы плана поперечного и продольного профилей дороги, параметры дорожных сооружений (мостов) определяют требования также к габаритным параметрам автомобилей, которые, определяя в некоторой степени затраты на строительство, скорости движения, влияют на себестоимость перевозок.

С целью сохранения дорог, обеспечения расчетного срока их службы, а также минимальной себестоимости перевозок (с учетом дорожной составляющей) во всех странах мира соответствующими законодательными актами установлены требования, ограничивающие размеры и массу транспортных средств, допускаемых для эксплуатации на

Табл. 3.11. **Предельно допустимые нагрузки на одиночную ось**

Расстояние между смежными осями, м	Предельно допустимая нагрузка, приходящаяся на одиночную ось, кН	
	группа А	группа Б
2,5* и более	98	58,8
Свыше 1,39 до 2,5	88,2**	53,9
Свыше 1,25 до 1,39	78,4	49***
От 1 до 1,25	68,6	44,1

* Для полуприцепов контейнеровозов допускается расстояние 2 м.

** Допускается до 93,1 кН при нагрузке, приходящейся на сближенную ось, не более 58,8 кН.

*** Для автотранспортных средств, техническое проектирование которых завершено до 1 октября 1974 г.,—53,8 кН.

дорогах общей сети. В СССР автомобили, предназначенные для эксплуатации на дорогах общей сети, в зависимости от массы подразделяются на две группы: А и Б.

К группе А относятся автомобили и автопоезда, эксплуатируемые на дорогах I и II категорий с усовершенствованными капитальными покрытиями. Для них установлена предельно допустимая нагрузка, приходящаяся на одиночную наиболее нагруженную ось, не более 98 кН при расстоянии от нее до смежной оси 2,5 м и более (табл. 3.11). Группа А включает грузовые автомобили МАЗ, КрАЗ и многоместные автобусы типа ЛиАЗ-677.

Автомобили группы Б допускаются к эксплуатации на всей сети дорог общего пользования. Для них предельно допустимая нагрузка, приходящаяся на одиночную ось, при расстоянии от нее до смежной оси 2,5 м и более, составляет не больше 58,8 кН (табл. 3.11). К группе Б относятся грузовые автомобили Горьковского, Московского имени Лихачева, Уральского, Кутаисского, Камского заводов, автобусы Львовского, Курганского, Павловского заводов, грузовые автомобили и автобусы малой габаритной длины, а также все легковые автомобили.

Для автобусов группы А допускается увеличение осевой нагрузки до 112,7 кН, для группы Б — до 68,6 кН. Для автомобилей-самосвалов, выпускаемых на базе двухосных автомобилей группы Б, разрешается увеличивать осевую нагрузку до 63,7 кН.

Допустимые полные массы автотранспортных средств при общем количестве осей 5 и менее определяются как сумма допустимых масс, приходящихся на одиночную ось.

Полная масса автотранспортных средств при общем количестве осей 6 и более не должна превышать 52 т для группы А и 34 т для группы Б.

Установлены также следующие ограничения габаритных размеров автомобилей и автопоездов, предназначенных для использования на общей сети дорог страны: высота автомобиля с грузом — не более 3,8 м; ширина — не более 2,5 м; габаритная длина одиночного автомобиля — не более 12 м (независимо от количества осей), автопоезда в составе автомобиля с одним прицепом или седельного тягача с полуприцепом — не более 20 м, с двумя и более прицепами — не более 24 ч.

По осевым нагрузкам выделяется третья группа автомобилей — внедорожные, которые не допускаются к эксплуатации на дорогах общей сети, а предназначены для перевозок по специально построенным карьерным, лесовозным дорогам и вне сети дорог. У этих автомобилей осевая нагрузка превышает 98 кН. К ним относятся карьерные автомобили-самосвалы типа БелАЗ и др.

Существующая в настоящее время тенденция укрупнения перевозок требует все более широкого применения автомобилей и автопоездов возможно большей грузоподъемности. Одним из путей удовлетворения этого требования является увеличение количества опорных осей у создаваемых автомобильных транспортных средств и снижение их собственной массы. Наряду с этим в ряде стран периодически пересматриваются законодательные ограничения параметров автотранспортных средств в сторону увеличения их размеров и масс. Имеется рекомендация международной ассоциации транспортников об увеличении осевой нагрузки до 112,7 кН. В Бельгии, Греции, Испании, Люксембурге, Франции этот параметр составляет 127,4 кН. По мнению проф. Д. П. Великанова, целесообразно изучение возможности увеличения предельной нагрузки на одиночную ось до 127,4 и на две спаренные до 205,8...225,4 кН для отечественных автомобилей группы А.

При конструировании автомобилей, предназначенных для эксплуатации в определенных дорожных условиях, необходимо учитывать соответствующие ограничения их габаритных параметров и параметров массы. При конструировании автотранспортных средств, идущих на экспорт или предназначаемых для использования на международных перевозках, необходим учет нормативов, разрабатываемых международными органами, что должно содействовать развитию международного автомобильного движения.

ГЛАВА 4. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

4.1. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ЗОНЫ СССР И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

СССР с его громадной территорией площадью 22,4 млн. км^2 отличается от других стран исключительным разнообразием природно-климатических условий. В крайних северных районах страны продолжительность зимы составляет до 300 дней в году, в то же время в южных районах ее почти нет. В северных районах температура воздуха зимой опускается до −50...−70 °С, в южных летом поднимается до 50 °С.

По природно-климатическим условиям эксплуатации автомобилей территория СССР подразделяется на три географические зоны: холодного климата, умеренного и жаркого [3].

Зона холодного климата занимает площадь 13,9 млн. км^2, т. е. 62,1% территории страны. Ее юго-западная граница проходит по южным границам Мурманской и Архангельской областей и Коми АССР, по юго-западным границам Тюменской, Омской и Новосибирской областей, Алтайского края, а южная, восточная и северная — по сухопутным и морским государственным границам СССР. Для этой зоны характерны низкие абсолютные температуры воздуха зимой (−50 °С и ниже), низкая средняя температура самого холодного месяца (ниже — 20 °С), продолжительность зимнего периода со снеговым покровом 200...280 дней в году, суровость климата некоторых районов. В холодной зоне находится полюс холода — поселок Оймякон (зафиксирована самая низкая температура −73 °С). В настоящее время в зоне холодного климата, несмотря на то что она составляет больше 60% территории страны, эксплуатируется только около 10% всего парка автомобилей. Однако по мере интенсивного промышленного и экономического освоения районов этой зоны, обладающих огромными природными богатствами, количество автомобилей будет постоянно возрастать.

Зона жаркого климата включает в основном районы Средней Азии и Закавказья. Она занимает 1,7 млн. км², т. е. 7,6% территории СССР. В зависимости от температуры и влажности воздуха, высоты над уровнем моря эта зона подразделяется на три части: пустынную, субтропическую и высокогорную. Для пустынной, занимающей центральную и западную части Средней Азии, характерно следующее: максимальные температуры атмосферного воздуха — до 45...48 °С; нагревание поверхности дороги до 70...80 °С; жаркое, сухое лето; большое количество пыли в воздухе; высокая плотность солнечной радиации; зима короткая и практически бесснежная. Субтропические районы жаркой зоны (юго-западная часть Кавказа вдоль побережья Черного моря) отличают повышенная относительная влажность воздуха (до 80%), обилие дождей. Высокогорная часть включает такие горные районы, в которых перевалы автомобильных дорог проходят на высоте более 2000 м над уровнем моря. Она расположена в восточной части Средней Азии и на Кавказе и занимает около 30% всей территории зоны жаркого климата.

Зона умеренного климата заключена между зонами холодного и жаркого климата. Ее северной границей является изотерма средних температур января — 20 °С, южной — изотерма средних температур самого жаркого месяца июля +26 °С. Эта зона занимает территорию в 6,8 млн. км², что составляет 30,3% всей территории СССР. В нее входят центральные наиболее густо населенные районы страны. В ней же сосредоточена и преобладающая часть автомобильного парка СССР. По этой причине стандартные конструкции отечественных автомобилей разрабатываются с учетом максимальной приспособленности к осуществлению перевозок на территории именно этой зоны.

Особенности природно-климатических условий зон холодного и жаркого климата определяют целесообразность производства автомобилей, предназначенных для эксплуатации в этих зонах.

4.2. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ХОЛОДНОГО КЛИМАТА

Специфика природно-климатических условий зоны холодного климата (низкие температуры окружающего воздуха, большая продолжительность зимнего периода со снеговым покровом, с заснеженными дорогами) обусловливает целый ряд особенностей эксплуатации автомобилей.

К ним, во-первых, следует отнести затрудненный пуск двигателей, особенно дизельных, при низких температурах окружающего воздуха. При пуске холодного двигателя в таких условиях, с одной стороны, имеет место значительное увеличение сопротивления вращению коленчатого вала вследствие повышения вязкости масла в двигателе, с другой, уменьшение мощности, отдаваемой аккумуляторной батареей, вследствие падения напряжения на зажимах и уменьшения ее емкости из-за увеличения внутреннего сопротивления батареи и вязкости электролита. Это приводит к значительному уменьшению частоты вращения коленчатого вала при пуске, к ограничению возможности пуска двигателя стартером. При низких температурах и малой пусковой частоте вращения у карбюраторных двигателей из-за повышения вязкости бензина и уменьшения скорости движения воздушного потока во впускном трубопроводе значительно ухудшается распыливание и испарение топлива, что ведет к ухудшению смесеобразования. Низкие температуры окружающего воздуха и малая пусковая частота вращения приводят также к ухудшению искрообразования в свечах зажигания вследствие резкого снижения напряжения во вторичной обмотке катушки зажигания. У дизельного двигателя при низких температурах (в цилиндры поступает холодный воздух) и малой пусковой частоте вращения ухудшаются условия для достижения в конце такта сжатия необходимой для воспламенения топлива температуры воздуха. Кроме того, имеющее при этом место повышение вязкости топлива и уменьшение скорости его впрыска вызывают ухудшение распыливания топлива в цилиндрах дизеля. Все это затрудняет пуск холодного двигателя при низких температурах.

Пуск холодного двигателя сопровождается повышенным изнашиванием основных его рабочих деталей. Это имеет место по ряду причин: из-за поступления масла к трущимся поверхностям с некоторым запаздыванием после начала работы двигателя. По данным проф. А. И. Королева, время задержки появления масла АК-10 после начала работы насоса из коренного подшипника с диаметральным зазором 0,05 мм составляет 129 с при температуре масла в картере — 15 °С [19]; из-за смывания масла со стенок цилиндра топливом, попадающим в цилиндр в жидком виде, что приводит к ухудшению смазки; из-за быстрого загрязнения масла, вызываемого неудовлетворительной его фильтрацией вследствие резкого снижения пропускной способности фильтров тонкой очистки в результате повышения

вязкости смолистых веществ, отложившихся в них. При отрицательной температуре фильтр тонкой очистки пропускает масла в 20...30 раз меньше по сравнению с максимальной пропускной способностью при положительной температуре. Кроме того, возрастание при низких температурах вязкости масла приводит к повышению давления в системе и срабатыванию перепускного клапана фильтра грубой очистки, в результате чего последний также выключается из работы. Прогревание же масла в поддоне картера двигателя при низких температурах окружающего воздуха происходит очень медленно.

При низких температурах значительно активизируется коррозия деталей цилиндропоршневой группы двигателя. Поэтому в условиях низких температур при пуске двигателя имеет место интенсивное (во много раз больше, чем при нормальном тепловом режиме) коррозионно-механическое изнашивание его деталей.

При эксплуатации автомобилей в условиях низких температур возникают серьезные затруднения с поддержанием нормального теплового режима двигателя, особенно при работе с частыми остановками для погрузки — разгрузки и по другим причинам. По данным проф. А. И. Королева, при температуре окружающего воздуха —30 °С температура жидкости в системе охлаждения даже непрерывно работающего двигателя уменьшается более чем на 20 °С, а температура масла в картере — более чем на 15 °С [19]. При низких температурах значительно возрастает изнашивание деталей двигателя. Переохлаждение агрегатов трансмиссии приводит к застыванию масла в них, ухудшению условий смазывания рабочих поверхностей, увеличению изнашивания деталей.

Возможное при низких температурах замерзание жидкости в системах охлаждения двигателя, отопления кабины, кузова, электролита в аккумуляторной батарее может приводить к размораживанию блока двигателя, разрыву бачков и трубок радиатора, баков батареи. В условиях низких температур намного выше вероятность отказов топливной системы дизелей. Их причиной могут быть ледяные и воздушные пробки в трубопроводах, которые образуются вследствие скопления мелких кристалликов льда при замерзании воды, находящейся в дизельном топливе. Парафины, содержащиеся в топливе, при этом превращаются в студенистую массу, которая может забивать топливные фильтры, топливопроводы, что также является причиной отказов. В условиях низких температур снижается также

надежность гидравлического тормозного привода из-за возможного застывания некоторых тормозных жидкостей. При температурах ниже −45 °С теряют свою эластичность, становятся хрупкими и разрушаются шины, детали из резины (сальники, резиновые шланги гидропривода тормозов и т. д.), пластмассовые детали трескаются, твердеют, теряют свои качества консистентные смазочные материалы. При особо низких температурах (−60...−70 °С) изменяются физические и механические свойства металлов, что вызывает частые поломки деталей. По подсчетам специалистов, количество поломок и аварий, изнашивание деталей стандартной техники на Севере в 3...5, а иногда в 8...10 раз больше, чем в условиях умеренного климата.

При эксплуатации автомобилей в зоне холодного климата имеет место ухудшение их топливной экономичности. Основные причины возрастания расхода топлива: увеличение времени пуска и прогрева двигателя; работа двигателя при пониженной температуре жидкости в системе охлаждения; повышенная вязкость масла в агрегатах трансмиссии, что ведет к значительным потерям мощности на ее прокручивание; повышенное сопротивление движению по заснеженным дорогам.

При перевозке грузов значительно усложняется возможность обеспечения их сохранности вследствие того, что многие из грузов при остывании, замерзании теряют необходимые свойства, снижается их качество. Низкие температуры значительно ухудшают условия работы водителя, поездки пассажиров. Затрудняется работа водителя также вследствие снижения видимости дороги из-за запотевания и обмерзания стекол кабины, частых при температуре ниже −40 °С туманов, при движении по заснеженным и обледенелым дорогам. Чрезвычайно усложняются возможности обнаружения и устранения отказов в пути, особенно в системах питания и зажигания из-за небольших размеров деталей приборов этих систем.

Особенности эксплуатации автомобилей в условиях холодного климата определяют ряд требований к их конструкции, обеспечивающих надежность и безопасность эксплуатации автомобилей, надлежащие условия работы водителя, комфортабельность поездки пассажиров.

Для эффективной и безопасной эксплуатации автомобилей в районах Севера технически и экономически целесообразны модификации этих автомобилей в северном исполнении (исполнение ХЛ по ГОСТ 15150—69). Автомобили должны надежно работать при безгаражном хранении

Табл. 4.1. **Нормируемые параметры обеспечения надежного пуска холодных двигателей**

Параметры и условия пуска	Карбюраторный двигатель				Дизельный двигатель			
Температура надежного пуска холодного двигателя, °С, не выше	+40	—20	—25	—30*	+40	—12	—17	—30*
Сорт или вязкость масла $\nu \cdot 10^{-4}$, м²/с, не более	Летнее	50	28	50	Летнее	40	17	60
Сорт топлива	Летнее		Зимнее		Летнее		Зимнее	
Время подготовки двигателя к принятию нагрузки, мин, не более	4	8	9	10	4	8	9	10

* С применением устройства для облегчения пуска холодного двигателя.

в диапазоне температур окружающего воздуха от +40 °С до —60 °С и относительной его влажности до 98% при +25 °С и более низких температурах. Особое внимание должно уделяться обеспечению надежного легкого пуска двигателя при низких температурах, определяющего в общем случае готовность к движению. В условиях низких температур это приобретает чрезвычайно важное значение, характеризуя безопасность эксплуатации автомобиля. Согласно ОСТ 37.001.052—75 «Автомобили и автомобильные двигатели. Требования к пусковым качествам», предельные температуры надежного пуска холодного двигателя, а также пуска двигателя при применении системы предпускового подогрева и время подготовки двигателя к принятию нагрузки не должны превышать значений, приведенных в табл. 4.1 и 4.2.

Надежность пуска двигателей автомобилей, предназначенных для эксплуатации в условиях низких температур, может обеспечиваться применением системы предпускового подогрева, использованием соответствующих топлив и масел, специальных устройств для обеспечения пуска холодного двигателя, системы теплоизоляции и подогрева аккумуляторных батарей.

Для предпускового индивидуального подогрева двигателей используются встроенные предпусковые подогреватели типа П или ПЖБ, работающие на бензине, или типа

Табл. 4.2. **Нормируемые параметры обеспечения надежного пуска двигателей (при предпусковом подогреве двигателя, теплоизоляции и подогреве аккумуляторных батарей)**

Параметры и условия пуска	Исполнение автомобиля			
	Общее назначение		Многоцелевое назначение*	Северное*
Температура надежного пуска двигателя, °С, не выше	—40		—50	—60
Сорт моторного и трансмиссионного масла	Зимнее	Маловязкое загущенное		
Сорт топлива	Арктическое			
Время подготовки двигателя к принятию нагрузки, мин, не более	30	20	30	45

* С применением устройства для облегчения пуска холодного двигателя.

ПЖД — на дизельном топливе. Они обеспечивают одновременный разогрев охлаждающей жидкости в системе охлаждения и масла в картере. На рис. 4.1 показан предпусковой подогреватель модели ПЖД-30, устанавливаемый на автомобилях КамАЗ [2]. Применение индивидуальных подогревателей особенно эффективно при температурах наружного воздуха ниже −30 °С. При −12 °С...−30 °С для облегчения пуска холодных двигателей эффективно использовать приспособления для впрыска легковоспламеняющейся пусковой жидкости.

Для снижения сопротивления провертыванию коленчатого вала двигателя при пуске необходимо применять специальные зимние масла с пологой вязкостно-температурной характеристикой, с температурой застывания до −(60... 70) °С. Для сокращения времени прогрева двигателя при пуске должна быть предусмотрена возможность временного отключения вентилятора. Аккумуляторные батареи для сохранения необходимой емкости должны иметь теплоизоляцию и регулируемый обогрев от работающего двигателя или других источников тепловой энергии. Имея степень заряженности 75%, они должны обеспечивать надежный пуск двигателя без предварительного подогрева с применением

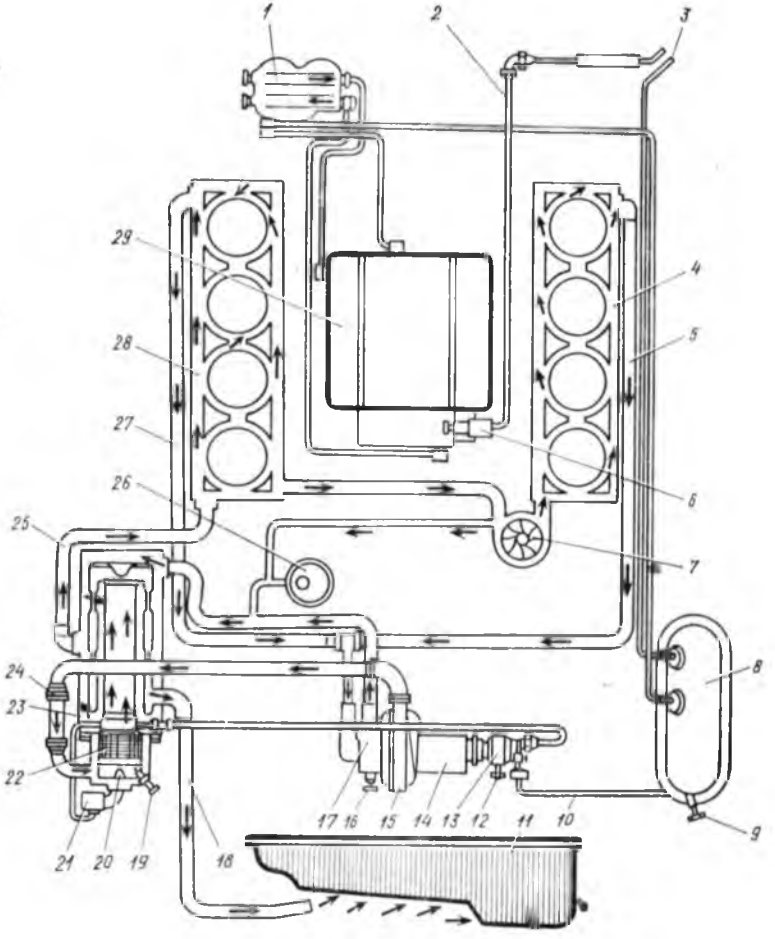


Рис. 4.1. Предпусковой подогреватель модели ПЖД-30:

1 — фильтр тонкой очистки топлива; *2* — подводящий топливопровод к насосу низкого давления; *3* — сливной топливопровод; *4* — левый ряд цилиндров; *5, 27* — трубы отвода жидкости из блока в подогреватель; *6* — ручной топливоподкачивающий насос; *7* — водяной насос системы охлаждения двигателя; *8* — топливный бачок подогревателя; *9* — топливный кран подогревателя; *10* — подводящий топливопровод к топливному насосу подогревателя; *11* — поддон картера двигателя; *12* — редукционный клапан; *13* — топливный насос подогревателя; *14* — электродвигатель; *15* — вентилятор; *16* — кран слива охлаждающей жидкости; *17* — водяной насос подогревателя; *18* — труба отвода газов; *19* — электроискровая свеча; *20* — форсунка; *21* — топливный электромагнитный клапан; *22* — горелка; *23* — котел подогревателя; *24* — воздухопровод к горелке подогревателя; *25* — труба подвода жидкости из подогревателя в блок; *26* — наливная горловина; *28* — правый ряд цилиндров; *29* — топливный насос высокого давления

средств облегчения его после 24-часовой стоянки автомобиля на открыом воздухе.

С целью снижения изнашивания деталей двигателя в период пуска желательно предусматривать в его конструкции возможность ввода масла под давлением в масляную магистраль за 1...2 мин до пуска двигателя, а также в период его прогрева.

Система охлаждения двигателей должна иметь теплорегулирующий комплекс, обеспечивающий поддержание нормального теплового состояния двигателя на всех режимах работы при разных температурах наружного воздуха с учетом того, что в зимнее время часть теплоты должна отводиться в систему отопления кабины, а также пассажирского салона у автобусов. Этот комплекс включает автоматически регулируемое утепление радиатора (жалюзи или сплошные шторки), термостат, устройство для автоматического отключения вентилятора при понижении температуры охлаждающей жидкости, утеплительные чехлы капота или передней стенки кабины (при бескапотной компоновке). Применение последних позволяет сохранять тепло при неработающем двигателе, что очень важно для сокращения времени его пуска и прогрева после непродолжительной стоянки. Способность двигателя сохранять тепло характеризуется средней скоростью остывания жидкости в нижних точках системы охлаждения. Она не должна превышать 0,75 °С в минуту в интервале температур жидкости от 85 °С до 20 °С при температуре наружного воздуха −55...−60 °С и при отсутствии ветра.

Для обеспечения безотказной работы агрегатов, механизмов и систем автомобиля при эксплуатации в условиях низких температур необходимо применение зимних видов топлив, смазочных материалов, технических жидкостей, обладающих необходимыми вязкостно-температурными свойствами и не теряющих их при температурах до −70 °С.

С целью повышения безотказности работы системы питания дизелей целесообразно использовать систему подогрева топлива, что может быть осуществлено за счет теплоты отработавших газов или в специальном теплообменнике за счет теплоты охлаждающей жидкости.

Резинотехнические изделия, в том числе шины, тормозные шланги, изделия из пластмасс и других неметаллических материалов, должны быть морозостойкими, сохранять заданные рабочие свойства при температуре окружающего воздуха до −70 °С. Металлические детали автомобилей должны изготавливаться из хладостойкого металла.

Особую важность представляют требования к конструкции, направленные на обеспечение удобства использования автомобиля и в первую очередь на создание необходимых условий работы водителя и комфортабельности поездки пассажиров.

Размеры и расположение сидений должны быть такими, чтобы обеспечивалась возможность работы водителя и комфортабельность поездки пассажира в зимней или полярной одежде.

Кабины и пассажирские салоны таких автомобилей должны иметь улучшенную теплоизоляцию и надежное уплотнение дверных, оконных проемов.

Эффективность теплоизоляции и уплотнения оценивается средней скоростью остывания воздуха в кабине и пассажирском салоне при закрытых дверях и окнах, выключенном двигателе и неработающей системе отопления. Этот параметр должен быть не более 0,5 °С в минуту для кабин и пассажирских салонов особо малых автобусов и не более 0,35 °С в минуту для пассажирских салонов остальных автобусов.

Система отопления кабины и пассажирского салона в комплексе с их теплоизоляцией должны обеспечивать как при движении автомобиля, так и на остановках установившийся тепловой режим: не ниже +10 °С на уровне поясницы водителя и сидящих пассажиров, а также в зоне ног водителя на уровне 100 мм от пола и не ниже +5 °С в зоне ног пассажиров. Для городских автобусов в пассажирском салоне должно быть не менее +8 °С на уровне поясницы сидящих пассажиров и не ниже −2 °С на уровне 100 мм от пола.

Система отопления должна обеспечивать прогрев кабины и пассажирского салона до температуры не ниже 0 °С на уровне поясницы сидящих пассажиров за время не более 30 мин.

В целях недопущения запотевания и обледенения стекол кабины при работающей системе отопления как на стоянке, так и при движении автомобиля должны предусматриваться двойное остекление или пленочный электрообогрев стекол. При этом конструкция двойного остекления должна обеспечивать возможность опускания стекол дверей, а также пользования поворотными стеклами вентиляции. Конструкция системы отопления кабины и пассажирского салона во избежание скопления токсичных веществ в них должна предусматривать забор воздуха снаружи. Только на период прогрева пассажирского салона авто-

буса без пассажиров допускается забор воздуха из салона.

При эксплуатации автомобилей в суровых условиях Сибири и Крайнего Севера отказ двигателя или зависимой от него системы отопления автомобиля в случае значительного удаления его от населенных пунктов может представлять серьезную опасность для жизни людей. Поэтому автомобили, за исключением предназначенных для работы в городах или использования в технологическом цикле при малой длине ездки, должны быть оборудованы резервной системой отопления. Эта система должна надежно работать как при движении, так и на стоянке и поддерживать температуру воздуха на уровне поясницы сидящих пассажиров и в зоне ног водителя не ниже 0 °С в течение 10 ч при стоянке автомобиля с неработающим двигателем.

В кабинах и пассажирских салонах должна обеспечиваться чистота воздуха, отвечающая требованиям действующих санитарных норм. Не допускается попадание снежной пыли, влаги через уплотнения, а также через системы отопления и вентиляции.

Для обеспечения хорошей видимости автомобилей их окрашивают в яркие цвета: оранжевый, красный, желтый.

Повышенные требования предъявляются к такому свойству, как безотказность агрегатов, механизмов, систем автомобиля, особенно приборов системы зажигания, питания, контрольно-измерительных и освещения. Желательно наличие приборов-дублеров, вводимых в работу в случае отказа основного.

Для обеспечения сохранности грузов, которые при низких температурах могут изменять свои свойства, должно быть предусмотрено утепление, обогрев кузовов. Систему обогрева должны иметь также кузова самосвалов, чтобы не допускать примерзания к ним перевозимых сыпучих грузов, что затрудняет их разгрузку.

Автомобильной промышленностью СССР созданы базовые модели автобусов и грузовых автомобилей в северном исполнении: ПАЗ-672С, ЛиАЗ-677А, ЗИЛ-130С, МАЗ-533501 и другие, отличающиеся наличием двойного остекления, теплоизоляции кабины и пассажирского кузова, шин и резинотехнических изделий, изготовленных из морозостойких материалов, и т. д. Их применение способствует повышению эффективности работы автомобильного транспорта в условиях холодного климата северных и восточных районов страны. Громадные темпы промышленного и экономического освоения районов зоны холодного климата тре-

буют расширения типажа, масштабов производства автомобилей северного исполнения, дальнейшего улучшения приспособленности их конструкций к условиям сурового северного климата.

4.3. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ЖАРКОГО КЛИМАТА

4.3.1. Пустынные районы

Специфика природно-климатических условий зоны жаркого климата (высокая температура воздуха; резкие ее колебания в течение суток; за 8 ч — до 25 °С; низкая относительная влажность: при температуре 40 °С — около 10%; высокая солнечная радиация) обусловливает ряд особенностей эксплуатации автомобилей. При эксплуатации в пустынных районах стандартных автомобилей имеет место существенное ухудшение таких их эксплуатационных качеств, как скоростность, топливная экономичность, надежность, безопасность, удобство использования.

Высокие температуры воздуха, особенно при движении автомобиля с большой нагрузкой и малой скоростью, вызывают частые перегревы двигателя. Этому способствует также то, что воздух в двигатель у стандартных автомобилей поступает из подкапотного пространства, где он нагревается в жаркое время до 80...100 °С. В результате существенно ухудшаются показатели эффективности работы двигателя. При температуре наружного воздуха выше 40 °С мощность двигателя уменьшается почти на 12%, а расход топлива увеличивается на 17,5% [10]. Кроме того, значительно повышается содержание токсичных компонентов в отработавших газах.

Перегрев приборов системы электрооборудования (катушки зажигания, реле-регулятора, аккумуляторной батареи), особенно интенсивный при размещении последних в подкапотном пространстве, приводит к нарушению режима их работы, более частым отказам.

Высокая температура окружающего воздуха, а также интенсивное солнечное облучение вызывают переход легких фракций бензина в топливопроводах из жидкого в парообразное состояние. Это приводит к тому, что к карбюратору подается смесь топлива в жидкой фазе и его паров. При этом рабочая смесь, поступающая в цилиндры двигателя, оказывается обедненной настолько, что может вызвать

перебои в работе двигателя или даже прекращение его работы. Парообразование в системе питания зависит от давления в ней, температуры ее деталей и склонности бензина к испарению. Чем ниже давление, тем благоприятнее условия для парообразования. Самое низкое давление в топливной системе имеет место во всасывающем тракте и особенно над диафрагмой бензонасоса во время впуска топлива. Именно для этого места парообразование топлива характерно в наибольшей степени. Давление же над диафрагмой зависит от взаимного расположения топливного бака и насоса, гидравлического сопротивления топливопроводов.

Высокие температуры приводят к плавлению консистентных смазочных материалов и вытеканию их из негерметизированных узлов, повышению давления нагретого воздуха в картерах агрегатов трансмиссии и вследствие этого течи масла через сальники, прокладки.

В некоторых узлах (спидометрах, стеклоочистителях) из-за высыхания смазочного материала происходит интенсивное изнашивание деталей, что влечет за собой снижение их надежности.

Высокие температуры вызывают снижение вязкости тормозной жидкости и подтекание ее, образование паровых пробок в гидравлическом приводе тормозов и отказ тормозов.

Высокие температуры и солнечное облучение отрицательно сказываются на работоспособности и сроке службы деталей из резины, пластмассы и других материалов. Вследствие высокого нагрева (до 70...80 °С) при движении по раскаленным дорогам интенсивно изнашиваются шины. В 2...3 раза сокращается срок службы ремней вентилятора. Быстро выходят из строя резиновые втулки амортизаторов, уплотнения дверных проемов и стекол. Детали из пластмассы теряют свою форму, размягчаются, обивочные материалы, лакокрасочные покрытия выгорают.

Высокая запыленность воздуха приводит к интенсивному изнашиванию двигателей (особенно деталей цилиндропоршневой группы), деталей подвески, рулевого управления, карданной передачи и др. Вследствие высокой температуры окружающего воздуха, сильной запыленности ухудшаются условия работы водителей, снижается комфортабельность поездки пассажиров.

Особенности эксплуатации автомобилей в условиях пустынных районов жаркой зоны определяют ряд требований к их конструкции.

Это касается в первую очередь приспособленности двигателя к работе в этих условиях. В целях предотвращения его перегрева, снижения показателей эффективности целесообразны такие меры конструктивного характера, как: применение герметичной системы охлаждения с расширительным бачком; организация забора воздуха в систему питания не из подкапотного пространства, а снаружи; использование масляного радиатора; применение топливных насосов повышенной производительности; установка насоса и топливопроводов, исключающая нагрев их от двигателей или прямыми солнечными лучами, а также сводящая к минимуму гидравлическое сопротивление всасывающей ветви топливопровода (лучшим решением является установка насоса в топливном баке, при этом всасывающая ветвь топливопровода вообще отсутствует); применение бензинов, имеющих высокую темпреатуру 10%-ной точки, более высокую детонационную стойкость.

Для обеспечения необходимого уровня надежности автомобиля в целом, его агрегатов, узлов необходимо: применение более эффективной системы очистки воздуха, подаваемого в двигатель, в частности двухступенчатой фильтрации (фильтр типа «циклон» на первой ступени и масляно-инерционный на второй); использование более надежной пылезащиты всех смазываемых узлов; применение тугоплавких (с температурой плавления не ниже 105... 110 °С) смазочных материалов для трудногерметизируемых узлов, невысыхающих для смазывания приборов (стеклоочистителей, спидометров и др.); повышение герметичности картеров агрегатов; применение теплостойкой резины при изготовлении шин, различных резиновых изделий; использование термостойких пластмасс при изготовлении различных деталей, теплостойких клеевых композиций, лакокрасочных покрытий, стойких против выгорания обивочных материалов и др.

Для автомобилей, предназначенных к эксплуатации в пустынных районах жаркой зоны, необходимо применение тормозных жидкостей с необходимыми вязкостными свойствами при высоких (до +50 °С) температурах, не склонных к образованию при повышении температуры паровых пробок.

Для обеспечения надлежащих условий работы водителя и комфортабельности поездки пассажиров необходимы: защита кабины водителя и пассажирского салона от проникновения пыли, горячего воздуха из подкапотного пространства; отработавших газов, паров топлива; оборудование

кабины и салона системой кондиционирования воздуха; термоизоляция крыши кузова пассажирского автомобиля и кабины грузового от действия солнечных лучей, а также кабины и пассажирского салона от двигателя; окрашивание кузова и кабины, особенно их крыш, в светлые тона и т. д.

4.3.2. Субтропические районы

Эксплуатация автомобилей в этих районах имеет те же особенности, что и в пустынных районах жаркой зоны, и, кроме того, свои специфические. Высокая относительная влажность воздуха вызывает уменьшение коэффициента избытка воздуха в цилиндрах двигателя, что ведет к ухудшению его мощностных показателей и топливной экономичности. При этом повышенная влажность всасываемого в цилиндры воздуха способствует снижению склонности рабочей смеси к детонации, чем компенсируется требование повышения октанового числа топлива в связи с повышением температуры попадающего в цилиндры воздуха.

Вследствие высокой влажности воздуха интенсифицируются процессы коррозии деталей автомобиля, особенно кузова легковых автомобилей и автобусов, кабины и крыльев грузовых. Постоянная смена сухого времени года и периодов дождей приводит к тому, что пыль, проникшая в различные механизмы (подъема стекол, дверные запоры и т. д.), насыщается влагой, затем снова высыхает. Образовавшиеся в результате этого твердые отложения в механизмах приводят к отказам в их работе.

В связи с изложенным следует отметить некоторые дополнительные требования к конструкции автомобилей, предназначенных для эксплуатации в субтропических районах: учет влияния влажности воздуха на эффективную мощность двигателя и расход топлива; надежная антикоррозионная защита металлических деталей автомобиля, подверженных коррозии; надежная влагоизоляция проводов высокого напряжения системы зажигания (так как влага, сконденсированная внутри них, будет приводить к перебоям в работе двигателя или остановке его и затруднительному пуску) и др.

4.3.3. Высокогорная часть

Высокогорные районы составляют, как уже отмечалось, около 30% зоны жаркого климата. Строительство развитой сети железных дорог, аэродромов на их территории вызывает серьезные трудности, поэтому основной объем пе-

ревозок здесь осуществляется автомобильным транспортом. Условия эксплуатации автомобилей в горных районах имеют свои особенности, обусловленные, с одной стороны, спецификой дорог, с другой, большой высотой над уровнем моря.

Для дорог высокогорных районов характерны длительные крутые подъемы и спуски протяженностью до 15...20 км

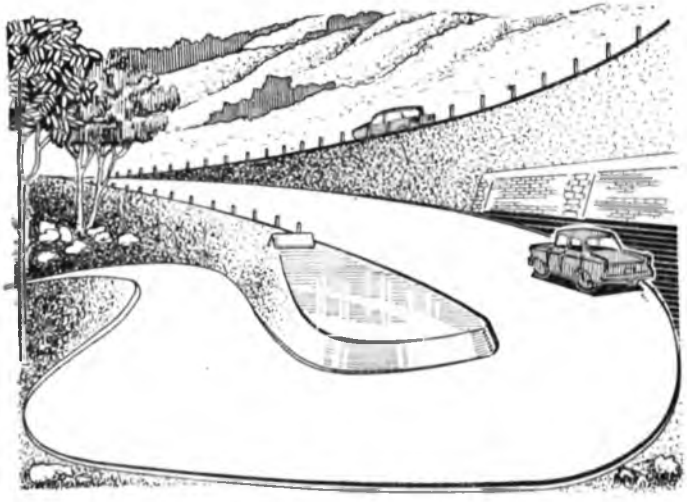


Рис. 4.2. Серпантин горной дороги

с уклонами продольного профиля до 110...120‰. В плане для горных дорог характерны частые (до 10...15 на 1 км пути) крутые (с радиусом кривизны до 15...20 м) повороты. При строительстве перевальных участков, когда уклон местности по прямому направлению превышает предельно допустимый продольный, прибегают к развитию трассы дороги по склонам, устраивая сложные закругления — серпантины, углы поворота которых достигают 180° (рис. 4.2).

На горных дорогах в пределах сравнительно коротких участков вследствие влияния вертикальной зональности (изменения климатических условий по мере возвышения над уровнем моря) и экспозиции склонов по отношению к странам света в значительной степени могут различаться природные условия: от летнего климата у подножия горы до зимнего в зоне вечных снегов. Температура воздуха в горах понижается в среднем на 0,5 °С на каждые 100 м подъема. Имеют место значительные суточные колебания тем-

ператур. По мере возвышения над уровнем моря годовое количество осадков, выпадающих в горах, увеличивается в среднем на 40...60 мм на каждые 100 м высоты, достигая максимума в зоне интенсивного образования облаков. Летом в горах выпадают ливневые дожди.

С высотой в горах уменьшается давление воздуха и его плотность. Поэтому работа автомобилей в специфических высокогорных условиях отличается рядом особенностей.

Вследствие частых крутых поворотов, затяжных подъемов и спусков на горных дорогах имеют место следующие особенности работы автомобилей:

максимальные скорости движения грузовых автомобилей составляют 40...50 км/ч, легковых — 50...60 км/ч;

значительную часть времени автомобили работают на понижающих ступенях коробки передач, ускоряющая передача используется редко;

вследствие работы на форсированных режимах при движении на затяжном подъеме имеет место перегрев двигателей. Этому способствует и то, что при малой скорости движения ухудшается охлаждение двигателя из-за снижения интенсивности встречного потока воздуха;

значительно уменьшается топливная экономичность автомобилей. Это является следствием повышенного расхода топлива при движении на подъемах, невозможности использования при движении под уклон потенциальной энергии, накопленной при подъеме, так как при этом исходя из соображений безопасности движения водитель часто тормозит, что ведет к преобразованию большей части накопленной энергии (до 75 %) в тепловую энергию в тормозах, которая затем рассеивается в окружающую атмосферу. Возрастает расход топлива также вследствие увеличения сопротивления качению на крутых поворотах, количество которых на горных дорогах велико;

на затяжных спусках имеют место частые и длительные торможения вследствие необходимости снижения скорости при движении под уклон до 10...15 и даже до 5 км/ч, что приводит к перегреву тормозов. Тормозные накладки нагреваются до 300...350 °С, тормозные барабаны — до 280...300 °С. Это влечет за собой значительное снижение эффективности торможения вследствие уменьшения коэффициента трения и интенсивное изнашивание накладок (в 7...12 раз сокращается их срок службы по сравнению с равнинными условиями эксплуатации) [19]. У автомобилей с пневмоприводом тормозов вследствие повышения расхода воздуха при спусках и уменьшения производительности компрессора

из-за снижения плотности воздуха на высоте часто не хватает воздуха для торможения;

при остановках на крутых подъемах или спусках автомобили, особенно тяжелые грузовые и автопоезда, могут сползать или скатываться под уклон. Это происходит при недостаточно надежно работающем ручном тормозе (скатывание) или на скользкой дороге (сползание);

на горных дорогах интенсивнее изнашиваются шины, что объясняется частыми торможениями, передачей больших крутящих моментов ведущими колесами при движении на подъем, проскальзыванием шин на поворотах с малыми радиусами, а также наличием на поверхности дорожного покрытия мелких осколков скальных пород;

для горных дорог характерно ухудшение комфортабельности поездки пассажиров, в частности из-за больших боковых кренов автомобиля на крутых поворотах;

усложняется управление автомобилем из-за недостаточной видимости дороги на поворотах, необходимости часто и быстро вращать рулевое колесо, пользоваться тормозами и т. д. Особенно сложно управлять автомобилем в ночное время, так как на крутых поворотах водитель не видит дорогу вследствие недостаточного угла рассеивания света фар;

увеличивается возможность бокового заноса под действием центробежных сил, действующих на автомобиль при движении на повороте.

Уменьшение плотности воздуха на больших высотах приводит к снижению мощности двигателей вследствие уменьшения наполнения цилиндров и ухудшения процесса сгорания в результате падения давления в конце сжатия [7] (табл. 4.3).

Самый высокий в СССР перевал Памирского тракта Ак-Байтал находится на высоте 4800 м над уровнем моря. Динамический фактор автомобилей составляет на нем лишь 44 % номинального [7].

Снижение плотности воздуха с увеличением высоты над уровнем моря приводит также к уменьшению массы воздуха, проходящего через радиатор системы охлаждения двигателя, что является еще одной причиной перегрева двигателей и закипания воды в них. Кипение воды в открытой системе охлаждения двигателя может происходить и при нормальном нагрузочном и тепловом режиме двигателя по причине низкой плотности воздуха на больших высотах, так как при этом температура кипения воды снижается (см. табл. 4.3). Уменьшение плотности воздуха на больших

Табл. 4.9. **Изменение показателей работы автомобиля в зависимости от высоты над уровнем моря**

Высота над уровнем моря, м	Снижение атмосферного давления, %	Уменьшение плотности воздуха, %	Снижение температуры кипения воды, °С	Снижение эффективной мощности двигателя, %	Увеличение расхода топлива, %
0	0	0	0	0	0
1000	11,4	9,1	3,3	11,3	9
2000	21,5	18,3	6,7	21,5	24,5
3000	30,8	25,9	10	30,8	34
4000	39,2	33,2	13,2	39,2	38,1
5000	46,7	40	17	46,7	40

высотах является существенной причиной ухудшения топливной экономичности двигателей. Это происходит вследствие переобогащения рабочей смеси (в карбюраторных двигателях) из-за малой плотности воздуха, снижения мощности при движении на подъем. Проф. А. Н. Королев приводит следующую эмпирическую зависимость расхода топлива от высоты над уровнем моря [19]:

$$Q_н = (1 + 0{,}065H)\,Q_0,$$

где $Q_н$ — расход топлива на высоте H над уровнем моря, кг; Q_0 — расход топлива на уровне моря, кг.

Переобогащение рабочей смеси отрицательно сказывается на сроках службы двигателей, так как топливо при этом сгорает неполностью, смывает масляную пленку со стенок цилиндров, разжижает масло, уменьшая его вязкость и смазывающую способность, что ведет к ускоренному изнашиванию деталей.

Для обеспечения высокопроизводительной, экономичной и безопасной работы автомобилей в специфических высокогорных условиях необходима приспособленность их конструкции к эксплуатации в этих условиях.

Для обеспечения нормального теплового режима работы двигателя при движении автомобиля на затяжных подъемах и спусках необходимы следующие меры. С одной стороны, применение усиленной замкнутой системы охлаждения с расширительным бачком, что должно способствовать предотвращению перегрева двигателя при работе на форсированных режимах при движении на подъем, с другой, наличие термостата и жалюзи для предотвращения переохлаждения двигателя на затяжных спусках.

В целях повышения мощности двигателя и улучшения топливной экономичности при работе автомобилей на боль-

шой высоте целесообразно применение нагнетателей воздуха в цилиндры двигателя, высотной корректировки состава рабочей смеси или подачи топлива, позволяющих устранять переобогащение смеси. При этом корректоры должны работать в автоматическом режиме в зависимости от высоты. По данным проф. А. П. Королева, высотный корректор позволяет уменьшать расход топлива примерно на 5 % на каждые 1000 м высоты над уровнем моря.

При назначении параметров двигателя и расчете трансмиссии следует исходить из того, что в рассматриваемых условиях из соображений безопасности движения могут быть реализованы максимальные скорости в пределах 60 км/ч для грузовых автомобилей и 70...80 — для легковых. Двигатель и трансмиссия (ее передаточные числа) должны обеспечивать преодоление на прямой передаче преобладающих подъемов (до 70 ‰), на передаче, предшествующей прямой, подъемов до 90...110 ‰, на более низких передачах — максимальных подъемов (до 160 ‰), а на ускоряющей — движение с максимальной скоростью и преодоление подъемов до 30 ‰. Коробка передач должна рассчитываться на длительную работу на понижающих передачах.

Ряд конструктивных мер должен обеспечивать необходимый уровень такого эксплуатационного качества, как безопасность автомобиля. Это применение усиленных тормозных механизмов, рассчитанных на длительное торможение без перегрева и снижения эффективности действия, обеспечение эффективного охлаждения тормозных накладок и барабанов; использование тормозов-замедлителей, обеспечивающих возможность надежного торможения на крутых спусках и позволяющих разгрузить при этом колесные тормоза; применение компрессоров тормозной системы с пневмоприводом повышенной производительности; снабжение грузовых автомобилей средней и большой грузоподъемности и автопоездов противооткатным устройством типа «горный упор», предотвращающим скатывание или сползание автомобилей вниз при остановках на крутых подъемах; снабжение автомобилей с пневматическим приводом тормозов аварийным тормозным устройством; применение гидроусилителей рулевого управления; повышение прочности каркаса кузова автобуса и другие дополнительные меры, обеспечивающие как активную, так и пассивную безопасность. Выпускаемый Павловским автобусным заводом автобус ПАЗ-672Г, предназначенный для эксплуатации в горных условиях, снабжен, например, электродинамическим тормозом-замедлителем, противооткатным устройством, ремнями безопасности

для водителей и всех пассажиров, в кузове предусмотрена только одна дверь для пассажиров.

В конструкции «горных» автомобилей должны быть предусмотрены меры, улучшающие удобство их использования. Подвеска, например, должна иметь более высокую угловую жесткость для недопущения большого бокового крена кузова на крутых поворотах, вызывающего неприятные ощущения у пассажиров. Способствуют облегчению управления автомобилем усилители рулевых управлений. Необходимо применение фар, обеспечивающих большой угол рассеивания света в горизонтальной плоскости перед автомобилем, чтобы водитель мог хорошо видеть дорогу на крутых поворотах при движении в ночное время.

В зоне жаркого климата в связи с ограниченными возможностями развития железнодорожного, водного транспорта роль автомобильного все больше возрастает. По данным Д. П. Великанова [10], в 1975 г. грузооборот в этой зоне составил 46,4 млрд. т·км, т. е. 13,7% всего грузооборота автомобильного транспорта СССР, пассажирооборот автобусного транспорта — 37 млрд. пасс.·км и платный пробег легковых такси — 1,94 млрд. км.

Недостаточная приспособленность конструкций стандартных автомобилей к работе в этих условиях в значительной мере снижает эффективность автоперевозок и безопасность движения. Поэтому целесообразен выпуск специализированных автомобилей в южном и горном исполнении, конструкция которых обеспечивала бы получение наибольшего эффекта в увеличении производительности подвижного состава и снижении себестоимости перевозок, уменьшении расхода топлива, обеспечении безопасности движения, облегчении труда водителей, улучшении комфортабельности поездки пассажиров.

ГЛАВА 5. ТРАНСПОРТНЫЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

5.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Автомобильные перевозки подразделяются на грузовые и пассажирские. Грузовые перевозки классифицируются по двум направлениям. Во-первых, по отраслевому признаку, т. е. группируются по основным отраслям народного хозяйства и общим закономерностям. Выделено 20 видов грузовых перевозок, каждому из которых присущи свои особенности, определяющие необходимые эксплуатационные качества и тип автомобилей, наиболее рациональных для их выполнения. Это перевозки промышленных, строительных, сельскохозяйственных, торговых грузов, грузов коммунального хозяйства, почтовые, специализированные общего использования, вспомогательные обслуживающие мелкопартионные с выделением их разновидностей. Из приведенных видов перевозки промышленных грузов и специализированные общего пользования (дальние междугородные и межрайонные, перевозки грузов разных отраслей народного хозяйства, контейнерные перевозки в смешанных автомобильно-железнодорожно-водных, разовые перевозки тяжеловесных и крупногабаритных грузов) составляют около 35 %, перевозки строительных грузов — 33, сельскохозяйственных — 23, торговых — 5, остальные — 4 % [29].

Классификация перевозок по отраслевому признаку не отражает прямой связи между условиями эксплуатации и эксплуатационными качествами автомобилей, их конструкцией.

Больший интерес представляет характеристика транспортных условий эксплуатации через отдельные определяющие их элементы, имеющие непосредственную связь с конструкцией автомобиля. Такими элементами для грузовых перевозок являются: объем перевозок и их партионность; расстояние перевозки; вид груза; условия погрузки — раз-

грузки; особенности организации и вид перевозок; условия хранения, обслуживания и ремонта автомобилей.

Транспортные условия эксплуатации автобусов и легковых автомобилей имеют принципиальное отличие от условий эксплуатации грузовых автомобилей, заключающееся в том, что для грузовых перевозок определяющим моментом является эффективность перевозок, выполнение их с минимальными затратами времени, труда, материальных средств и обеспечение сохранности груза, для пассажирских же перевозок важнее обеспечение удобства поездки пассажиров. Экономические показатели в последнем случае также важны и должны улучшаться, однако не являются основными.

Транспортные условия эксплуатации пассажирских автомобилей характеризуются разновидностями перевозок, которые и предопределяют использование автомобилей различных конструкций, наиболее удовлетворяющих в первую очередь требованию обеспечения удобства поездки пассажира.

Автобусные перевозки подразделяются на городские, пригородные, сельские, междугородные и международные, экскурсионно-туристские. Легковые автомобили по характеру использования делятся на автомобили-такси, прокатные, служебные и индивидуального пользования.

Для каждой из приведенных разновидностей пассажирских перевозок характерны особенности, определяющие требования к конструкции подвижного состава.

5.2. ОБЪЕМ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК И ИХ ПАРТИОННОСТЬ

Под объемом перевозок $m_г$ следует понимать массу груза (в тоннах), который планируется перевезти или уже перевезен. Транспортная работа (в тонна-километрах), уже выполненная или подлежащая выполнению, называется грузооборотом P. Объем перевозок и грузооборот характеризуются размерами, структурой, временем освоения и коэффициентами неравномерности.

По объему перевозки делятся на массовые и мелкопартионные. Под партией груза понимается его масса, переданная для перевозки по одному транспортному документу. Мелкопартионными принято считать перевозки, когда партия груза составляет от 10 до 2000 кг. Структура объема перевозок определяется наименованием и классом груза. По времени освоения могут иметь место постоянные, временные и сезонные перевозки. Степень неравномерности перевозок

по времени характеризуется коэффициентами неравномерности объема перевозок $\eta_{нт}$ и грузооборота $\eta_{нр}$:

$$\eta_{нт} = m_{г.max}/m_{г.ср}, \quad \eta_{нр} = P_{max}/P_{ср},$$

где $m_{г.max}$, $m_{г.ср}$ — максимальный и средний объемы перевозок, т; P_{max}, $P_{ср}$ — максимальный и средний грузооборот, т·км.

Партионность перевозок определяет потребность в подвижном составе по грузовместимости. Для достижения наиболее высоких технико-экономических показателей при выполнении перевозок их целесообразно осуществлять как можно большими партиями, применяя при этом автотранспортные средства возможно большей грузоподъемности. Как показано выше (см. параграфы 1.6, 1.7), с увеличением грузоподъемности транспортных средств возрастает их производительность и снижается себестоимость перевозок.

Социалистическая экономика страны создает благоприятные условия для высокого уровня эффективности автомобильных перевозок. Этому способствует, с одной стороны, концентрация промышленного производства, создание крупных колхозов и совхозов, расширение строительства, с другой, развитие дорожной сети, укрупнение автотранспортных предприятий, совершенствование организации перевозок. В свою очередь интенсивное развитие массовых перевозок предопределяет все более широкое применение автотранспортных средств большой грузоподъемности.

Наряду с массовыми перевозками грузов в народном хозяйстве достаточно широко распространены мелкопартионные перевозки. Они имеют место, например, когда размер партии груза ограничен технологией грузообразующего процесса или массой груза, который надо завозить в грузопоглощающую точку; когда увеличение партии груза может нанести ущерб обслуживаемым предприятиям (влиять на сохранение качества скоропортящихся грузов, вызывать ненужное увеличение складских запасов и т. д.). К мелкопартионным относятся, например, перевозки грузов торговли, почтовых грузов, перевозки, связанные с обслуживанием населения по месту жительства, и т. д. Для мелкопартионных перевозок целесообразно использовать автомобили малой грузоподъемности.

Таким образом, объем перевозок формирует соответствующие требования к структуре грузового автомобильного парка страны. До настоящего времени она не соответствовала партионности перевозимых грузов. В автомобильном

парке (по состоянию на 1980 г.) преобладали двухосные автомобили грузоподъемностью от 2,1 до 5 т (78,4 %), в то время как около 70 % грузооборота составляют массовые перевозки, требующие автомобилей большой грузоподъемности (свыше 5 т). Наличие последних в парке составляет только 12,7 %, а вместе с автопоездами — около 30 % [17]. Недостаточное количество автомобилей большой грузоподъемности приводит к необходимости перевозить массовые грузы более мелкими партиями на автомобилях средней грузоподъемности (от 2,1 до 5 т), т. е. при значительных транспортных издержках и большей численности водителей. Нехватка в парке автомобилей грузоподъемностью до 2 т также приводит к тому, что мелкопартионные перевозки осуществляются на автомобилях средней грузоподъемности.

По данным Института комплексных транспортных проблем (ИКТП) при Госплане СССР, только соответствие транспортной партионности перевозимых грузов структуре автомобильного парка по грузоподъемности могло бы уже в ближайшие годы обеспечить снижение эксплуатационных расходов примерно на 7 млрд. р., а количества водителей на 5,5 млн. человек [11].

Вопросам приведения структуры автомобильного парка в соответствие со сложившейся и перспективной транспортной партионностью грузовых перевозок в стране уделяется громадное значение. Еще в Директивах XXIV съезда КПСС наряду с увеличением выпуска грузовых автомобилей предусматривалось улучшение структуры парка грузовых автомобилей, повышение удельного веса автомобилей большой грузоподъемности и автомобильных поездов, увеличение количества малотоннажных автомобилей. Научно-исследовательским институтом автомобильного транспорта (НИИАТ), Научно-исследовательским автомобильным и автомоторным институтом (НАМИ) и ИКТП была разработана рациональная структура автомобильного грузового парка на 1980 г., согласно которой удельный вес автомобилей грузоподъемностью до 2 т должен был составить 24 %, от 2,1 до 5 т — 45 % и грузоподъемностью более 5 т — 31 % [17]. Вследствие медленной перестройки автомобильной промышленности рекомендованная структура парка пока не достигнута. Необходимость продолжить работу по улучшению структуры парка грузовых автомобилей подчеркивается Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года.

5.3. РАССТОЯНИЕ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ И ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Расстояние перевозок является одним из важных элементов, характеризующих транспортные условия эксплуатации и в значительной мере определяющих показатели эффективности использования автомобиля. Как уже отмечалось, с увеличением расстояния перевозок резко возрастает производительность подвижного состава и уменьшается себестоимость перевозок.

Расстояние перевозок определяет ряд требований к конструкции автомобилей различного назначения. Во-первых, это относится к скоростным качествам автомобилей. Чем больше расстояние перевозки, тем значительнее влияние скорости автомобиля на его производительность (см. рис. 1.2, *а*). Для автомобилей, предназначенных для перевозки грузов на большие расстояния, скоростные свойства имеют первостепенное значение. При малых расстояниях перевозок возрастает доля времени простоя под погрузкой — разгрузкой. Поэтому значение скоростных качеств снижается, зато приобретает важность приспособленность автомобиля к погрузке — разгрузке, определяющая время его простоя при погрузочно-разгрузочных работах.

Во-вторых, при перевозках на большие расстояния целесообразно использовать автомобили возможно большей грузоподъемности, так как чем больше расстояние перевозки, тем значительнее влияние грузоподъемности автомобиля на его производительность (см. рис. 1.1, *а*). Изложенное, с одной стороны, и имеющие место ограничения на осевые нагрузки автомобилей, допускаемых к эксплуатации на дорогах общей сети страны, с другой, определяют большую значимость для автомобилей, предназначенных для перевозок на большие расстояния, такого эксплуатационного качества, как использование массы.

5.4. ВИД ГРУЗА И ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Автомобильным транспортом перевозятся самые разнообразные грузы, различающиеся по физическим свойствам, роду упаковки, требуемым условиям перевозки и т. д. Номенклатура только основных видов грузов содержит более 350 наименований. Вид груза является одним из важных факторов, определяющих выбор типа подвижного состава, условия его эксплуатации, способы выполнения погрузочно-разгрузочных работ и т. д.

В зависимости от плотности груза и степени использования грузоподъемности автомобиля, определяемой коэффициентом использования грузоподъемности $\gamma_{ст}$, все грузы подразделяются на 5 классов. К 1-му классу относятся грузы, при перевозке которых $\gamma_{ст}$ составляет 1; ко 2-му — от 0,71 до 0,99; к 3-му — от 0,51 до 0,7; к 4-му — от 0,41 до 0,5; к 5-му — до 0,4. Согласно этой классификации, унаследованной, по выражению Д. П. Великанова, «от периода бортовой платформы», грузы группируются без какой-нибудь связи с конструкцией кузова автомобиля. Например, к 1-му классу относятся: грунт, песок, которые перевозят на автомобилях-самосвалах; балки, рельсы и другие длинномерные грузы, требующие автомобилей с прицепами. С расширением специализации автомобилей по видам перевозимого груза, с развитием производства и использования автомобилей с кузовами разных размеров эта классификация потеряет смысл.

По свойствам, определяющим условия погрузки — разгрузки, транспортирования и хранения, грузы подразделяются на навалочные и насыпные, штучные, наливные. На долю навалочных и насыпных грузов (грунт, щебень, гравий, камень, песок, торф, зерно, картофель и т. д.) приходится до 40 % всего грузооборота автомобильного транспорта страны. Их перевозку осуществляют в основном на автомобилях-самосвалах.

Штучные грузы (тарные и бестарные) характеризуются габаритными размерами, массой и формой. Это наиболее распространенные из всех перевозимых грузов (около 54 % по массе). Они подразделяются на три группы: грузы, не превышающие по массе и габаритам установленных норм; грузы длинномерные (их свес над задним бортом кузова превышает 2 м); грузы большой массы, к которым относятся громоздкие негабаритные с массой свыше 250 кг каждый (или свыше 400 кг — для катных). Для перевозки длинномерных грузов применяются одноосные прицепы, а при значительной длине груза — прицепы-роспуски. Перевозка грузов большой массы осуществляется на низкорамных прицепах или полуприцепах большой грузоподъемности.

Кроме того, штучные грузы подразделяются на грузы: не требующие защиты от атмосферных влияний; требующие защиты от атмосферных влияний (крупа, мука, сахар, ткани, обувь, одежда, книги, галантерея, медикаменты, мебель, продукты и т. д.); требующие специального температурного режима (мясо-молочные продукты, яйца, фрукты и т. д.). Для перевозки первых используются автомобили с откры-

тым кузовом, вторых — с закрытым кузовом (фургоны), третьих — с изотермическим кузовом, позволяющим поддерживать определенный температурный режим. К наливным грузам относятся: жидкие (нефть, бензин, керосин, дизельное топливо, различные масла, вода, молоко, кислоты и т. д.) и вязкие (густые минеральные масла, смолы, битумы, полужидкие строительные растворы и т. д.), требующие для перевозки цистерн, специализированных по видам груза, или специальных самосвальных кузовов.

Таким образом, вид груза определяет, во-первых, устройство кузова автомобиля, во-вторых, его размеры.

Стоимость специализированных транспортных средств выше, чем бортовых автомобилей. Средневзвешенная цена бортового автомобиля — 2,9 тыс. р., а специализированного — 3,6 тыс. р., что на 24,1 % выше. Специализация автомобильного парка приводит к значительному увеличению расхода черных металлов. Так, для автомобильной цистерны на шасси ЗИЛ-130 требуется на 0,75 т металла больше, чем для базового бортового автомобиля, на шасси МАЗ-500 — на 1,57 т (т. е. соответственно на 17,4 и 24,1 %). При выпуске автосамосвалов на шасси ГАЗ дополнительный расход металла составит 0,34 т (11,2 %), ЗИЛ — 0,28 т (6,4 %), МАЗ — 0,25 т (3,8 %). Наблюдается снижение отдельных эксплуатационных параметров специализированного подвижного состава по сравнению с универсальным. В частности, увеличение доли порожних пробегов при прочих одинаковых условиях приводит к возрастанию себестоимости перевозок. Однако дополнительные эксплуатационные расходы компенсируются улучшением использования грузоподъемности $m_{г.п}$, снижением затрат отправителей и получателей грузов на тару, упаковку, складирование, хранение и подачу груза непосредственно в производство. Поэтому переход к более широкому использованию специализированных автомобилей целесообразен.

Создание и широкое применение специализированного подвижного состава является важнейшим условием обеспечения высокого качества перевозок, повышения их эффективности. Имеющее пока место несоответствие существующего подвижного состава автомобильного транспорта страны специфике отдельных видов грузов ведет к удорожанию перевозок. По данным НКТП, из-за нехватки специализированных транспортных средств народное хозяйство ежегодно теряет на строительстве до 9 млн. т цемента, 3 млн. м^3 товарного бетона и раствора, около 11 млн. м^2 стекла, повреждается 800 тыс. т железобетонных конструкций и изделий

[17]. Недостаток изотермических и рефрижераторных фургонов приводит к большим потерям скоропортящихся продуктов питания. В сельском хозяйстве вследствие неудовлетворительных условий транспортировки ежегодные потери валового сбора зерна составляют до 1,5 %, картофеля — до 5, свеклы — до 10 % [17].

Бестарная перевозка муки, сахара-песка, пива и других жидких и сыпучих продуктов в специализированном подвижном составе дает значительную экономию на таре, сокращает время простоя под погрузкой — разгрузкой, высвобождает большое количество грузчиков, надежно защищает продукты от загрязнения. Остро нуждаются в специализированных транспортных средствах, обеспечивающих возможность перевозки негабаритных грузов большой массы, такие отрасли народного хозяйства, как энергетика, черная металлургия, химическое и тяжелое машиностроение.

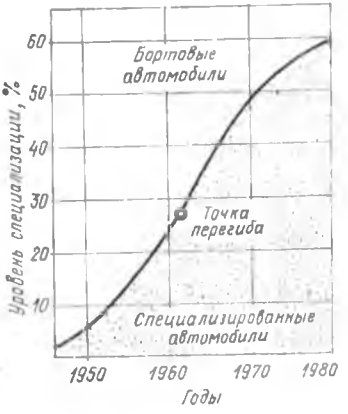


Рис. 5.1. Динамика специализации грузового автомобильного парка

В последние десятилетия имеет место достаточно интенсивное увеличение доли специализированных (по видам груза) транспортных средств в структуре автомобильного грузового парка страны (рис. 5.1). По данным ИКТП, для полного удовлетворения потребности народного хозяйства в специализированном подвижном составе его доля должна составлять не менее 75 % при соответствующем развитии производства фургонов, цистерн, контейнеровозов. Вдвое необходимо увеличить число специализированных прицепов [11].

Дальнейшее расширение типажа и производства специализированного подвижного состава с учетом требований различных отраслей народного хозяйства является важнейшей задачей, поставленной перед автомобильной промышленностью.

5.5. УСЛОВИЯ ПОГРУЗКИ И РАЗГРУЗКИ ГРУЗОВ И ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Условия погрузки — разгрузки в большой мере влияют на эффективность использования автомобилей, определяя продолжительность их простоя при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, трудоемкость и стоимость последних. Расходы на погрузочно-разгрузочные работы в зависимости от степени их механизации могут составлять 40...75 % всех транспортных расходов [6]. Анализ работы подвижного состава показывает, что более 30 % общего времени пребывания на линии автомобильный подвижной состав простаивает под грузовыми операциями [33].

Условия погрузки — разгрузки зависят от ряда факторов: вида груза, объема перевозок, постоянства местонахождения пунктов погрузки — разгрузки, степени механизации погрузочно-разгрузочных работ, типа применяемых механизмов. Приведенные факторы взаимосвязаны. Так, уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ во многом зависит от вида груза. Для массовых навалочных грузов промышленности и строительства, наливных, большой массы и длинномерных уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ приближается к 100 % [16]. Наличие огромного количества комбайнов, зерно- и свеклопогрузчиков, применение на хлебоприемных пунктах, картофелехранилищах, сахарных заводах средств механизированной разгрузки позволили поднять уровень механизации погрузки — разгрузки при перевозке массовых сельскохозяйственных грузов выше 50 % [16]. Еще низок уровень механизации при перевозке грузов торговой сети, предприятий общественного питания, различных снабженческих организаций (не более 15...20 %) [16].

Определенные виды груза и объемы перевозок требуют соответствующих средств механизации погрузочно-разгрузочных работ, что в свою очередь определяет особенности конструкции автомобилей. Так, автомобили, загружаемые с помощью кранов, бункеров, транспортеров, экскаваторов, должны иметь кузова открытого типа или с легко открывающейся крышей; применение в качестве погрузочных механизмов автопогрузчиков обусловливает необходимость обеспечения загрузки автомобиля со сторон; при осуществлении разгрузки автомобилей путем наклона кузова целесообразны или оборудование автомобилей самосвальными кузовами, или приспособление их к наклону на угол до 50°. Автомобили, предназначенные для перевозки навалочных

грузов, в случае использования для их загружения механизмов периодического действия, например одноковшовых экскаваторов, должны конструироваться с учетом действия на кузов, раму, подвеску ударных нагрузок от падающего из ковша экскаватора груза. Кроме того, в целях обеспечения высокой производительности работающих в паре автомобиля и экскаватора грузоподъемность и объем кузова автомобиля должны соответствовать объему ковша экскаватора.

Погрузочно-разгрузочные механизмы, устанавливаемые непосредственно на автомобилях (стреловые краны, грузоподъемный борт и др.), должны быть компактны и иметь как можно меньшую массу, иначе их применение может вызвать снижение производительности автомобиля вследствие существенного уменьшения его грузоподъемности. Это требование в полной мере относится также к автомобилям-самосвалам.

5.6. ПЕРЕВОЗКА ГРУЗОВ В КОНТЕЙНЕРАХ И ПОДДОНАХ И ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Одним из наиболее эффективных средств, позволяющих комплексно механизировать погрузочно-разгрузочные работы, сократить простои автомобильного подвижного состава под погрузкой-разгрузкой, обеспечить максимальную сохранность грузов при перевозке, являются контейнерные и пакетные перевозки.

Контейнером называется тара объемом не менее 1 м^3, предназначенная для многократного использования при перевозке груза и приспособленная для механизированной погрузки — разгрузки, а также для кратковременного хранения груза. Контейнеры в зависимости от способа выполнения перевозок подразделяют на транзитные, служащие для перевозки грузов при смешанном сообщении, и местные, применяемые только при автомобильных перевозках. По назначению контейнеры подразделяются на универсальные, предназначенные для перевозки грузов различных видов, и специальные, приспособленные для перевозки одного или нескольких видов однородных грузов. По конструкции контейнеры подразделяют на цельные, сборно-разборные и эластичные. Цельные контейнеры (рис. 5.2, *б*) отличаются высокой жесткостью, что обеспечивает лучшую сохранность груза при перевозке. Кроме того, они имеют меньшую собственную массу. Преимуществом сборно-разборных контейнеров является то, что в разобранном виде они в 3...5 раз

меньше, что позволяет более полно загружать подвижной состав при их обратной доставке. Эластичные контейнеры (рис. 5.2, *а*), выполняемые из прорезиненной ткани, различных синтетических материалов и используемые для перевозки жидких, газообразных и пылевидных грузов, имеют следующие достоинства: малый коэффициент тары, т. е. от-

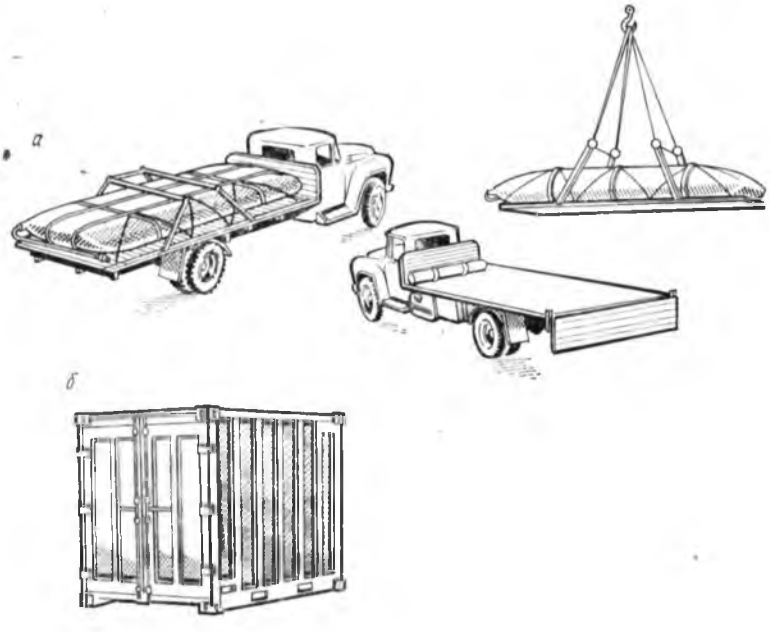


Рис. 5.2. Контейнеры:
а — эластичные; *б* — цельные

ношение собственной массы контейнера к его грузоподъемности (0,03...0,08); значительно меньший объем после разгрузки; обеспечение защиты груза от атмосферных воздействий.

По грузоподъемности контейнеры подразделяются на малотоннажные, используемые при автомобильных перевозках, крупно- и среднетоннажные, применяемые при смешанных перевозках (табл. 5.1).

Габаритные параметры и параметры массы крупнотоннажных контейнеров, находящихся в обращении в стране, соответствуют параметрам контейнеров ряда I, рекомендованных международной организацией по стандартизации (ИСО). Это обстоятельство способствует широкому исполь-

Табл. 5.1. **Основные параметры универсальных контейнеров**

Номинальная масса (брутто), т	Габаритные размеры, мм			Собственная масса (ориентировочно), кг	Внутренний объем (ориентировочно), м³	Назначение
	длина	ширина	высота			
			Малотоннажные			
0,625	1150	1000	1700	200	1,47	Для прямых автомобильных перевозок
1,25	1800	1050	2000	300	2,6	
			Среднетоннажные			
2,5 (3)	2100	1325	2400	600	5,07	Для прямых автомобильных и смешанных автомобильно-железнодорожных и водных перевозок
5	2650	2100	2400	1000	10,23	
			Крупнотоннажные			
10	2991	2438	2438	1350	14,4	
20	6058	2438	2438	2100	29,85	
30	12192	2438	2438	3500	63,0	

зованию контейнеров в международных автомобильных и смешанных перевозках.

Наряду с контейнерными перевозками в народном хозяйстве все шире применяется пакетный способ перевозок, заключающийся в том, что отдельные штучные затаренные или незатаренные грузы формируются в крупную партию-пакет на поддонах, размеры которых устанавливаются ГОСТом. На автомобильном транспорте используются поддоны трех типов: плоские (рис. 5.3), предназначенные для перевозки пакета тарных или штучных грузов, с увязкой или

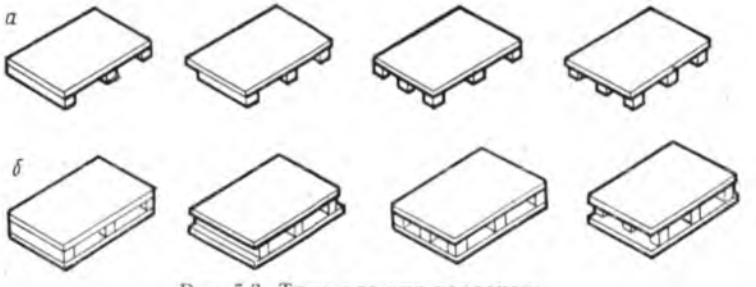


Рис. 5.3. Типы плоских поддонов:
а — однонастильные; *б* — двухнастильные

без увязки (рис. 5.4); стоечные, служащие для перевозки грузов неправильной формы или не выдерживающих сжатия при многоярусной укладке (в поддоне предусматривается надстройка в виде вертикальных закрепленных, съемных или складных стоек, расположенных, как правило, по углам) (рис. 5.5, *б*, *в*, *г*, *д*); ящичные, используемые для

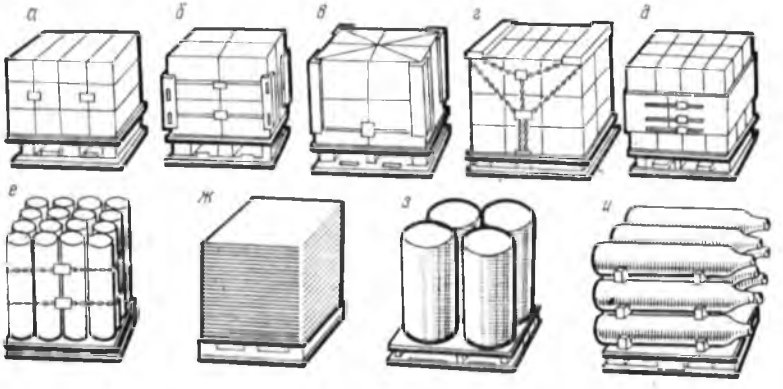


Рис. 5.4. Укладка и крепление груза на плоских поддонах:

а, е — стальной лентой и цепью; *б, в* — стальной лентой и металлическими уголками; *г* — цепью и деревянными брусьями; *д* — поясом из прочной ткани; *ж, з, и* — без крепления

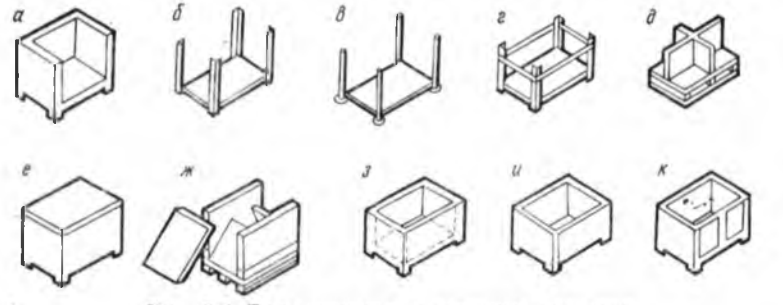


Рис. 5.5. Типы ящичных и стоечных поддонов

мелкоштучных и насыпных грузов. Поддоны этого типа имеют сплошные или решетчатые боковые стенки, закрепленные, съемные или складные (рис. 5.5, *а*, *е*, *ж*, *з*, *и*, *к*).

Для погрузки — разгрузки поддонов применяют вилочные электро- и автопогрузчики, краны с соответствующими устройствами (захватами), штабелеры.

Пакетные перевозки могут осуществляться без поддонов. При этом пакет формируется так, чтобы в нижней его

части оставалось пространство (каналы) для ввода вил погрузчика или в обвязке пакета предусматриваются петли для захвата крюками или траверсами погрузочных механизмов.

Перевозка в контейнерах и поддонах дает значительный народнохозяйственный экономический эффект. Во-первых, при этом имеет место экономия денежных средств за счет сокращения затрат на тару и упаковку. Во-вторых, повышается уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ, уменьшается количество погрузочно-разгрузочных операций, снижается их трудоемкость. За счет этого сокращается время простоя под погрузкой — разгрузкой, увеличивается скорость доставки груза потребителю, повышается производительность подвижного состава. В-третьих, контейнерные перевозки способствуют повышению сохранности грузов вследствие сокращения количества перегрузок, предохранения грузов от атмосферных влияний, порчи. Наконец, контейнеры могут использоваться для кратковременного хранения груза, что снижает потребность в крытых складских помещениях.

Однако применение контейнеров и, в меньшей степени, поддонов, имеет и некоторые недостатки. Основной из них — уменьшение полезной загрузки автомобиля за счет массы самих контейнеров. Коэффициент тары у среднетоннажных универсальных контейнеров, используемых в смешанном сообщении, составляет, например, 0,276...0,351. Снижения собственной массы контейнеров можно достигнуть путем использования для их изготовления пластмасс, легких сплавов и т. д.

В последние годы контейнерные перевозки получили в стране широкое распространение. Однако потребность народного хозяйства в контейнерных и пакетных перевозках удовлетворяется пока не полностью.

В настоящее время ставится задача ускорить развитие контейнерной транспортной системы, расширить перевозку тарно-штучных грузов пакетно-контейнерным способом и увеличить сеть специальных пунктов, оснащенных оборудованием для обработки контейнеров и пакетов.

Перевозка грузов в контейнерах и на поддонах имеет свои особенности. Основные из них: снижение использования грузоподъемности автомобиля; увеличение высоты центра тяжести груженого транспортного средства вследствие большой габаритной высоты контейнеров, что влечет за собой ухудшение боковой устойчивости автомобиля и прицепа, усложнение управления автомобилем или автопоез-

дом, повышение утомляемости водителя, а на неровных дорогах, кроме того, раскачивание транспортного средства, приводящее к увеличению неравномерной нагрузки на ходовую часть и шины; увеличение габаритной высоты груженого контейнерами транспортного средства может приводить к затруднению проезда под арками, перекрытиями

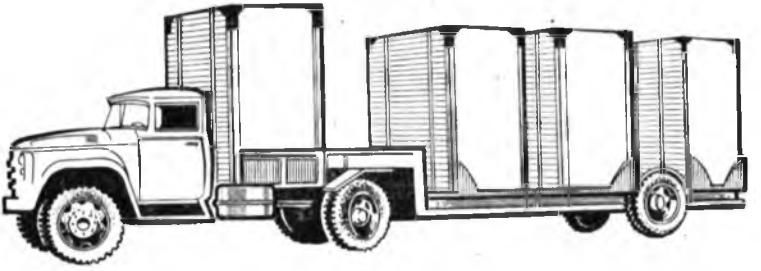


Рис. 5.6. Контейнеровоз с низкорамным полуприцепом

различных сооружений в местах погрузки — разгрузки; при погрузке и разгрузке контейнеров, особенно большой массы, возможны ударные нагрузки на кузов, повреждения кабин, рам бортов кузова стандартного автомобиля; наконец, из-за большого аэродинамического сопротивления движению, особенно на больших скоростях, может заметно увеличиваться расход топлива.

Приведенные особенности контейнерных и пакетных перевозок позволяют определить основные требования к подвижному составу.

Наиболее эффективным видом транспортного средства для контейнерных перевозок, обеспечивающим наилучшую маневренность при необходимой грузоподъемности, являются автопоезда, состоящие из седельного тягача и полуприцепа. При этом полуприцеп должен быть низкорамным для уменьшения его габаритной высоты в груженом состоянии и лучшей устойчивости (рис. 5.6). Рама и ходовая часть транспортных средств, предназначенных для контейнерных перевозок, рассчитывается на восприятие ударных нагрузок при погрузке контейнеров. Платформа полуприцепа (автомобиля), на которую устанавливаются контейнеры, представляет ровную плоскость, поперечное или продольное перемещение контейнеров ограничивается специально предусмотренными стойками или упорами. Внутренние размеры грузовых платформ транспортных средств и их грузоподъемность должны соответствовать основным параметрам

контейнеров и поддонов, что обеспечивает наилучшее использование грузоподъемности автотранспорта.

Полуприцепы для перевозки контейнеров оборудуются опорными устройствами, обеспечивающими быструю расцепку — сцепку при замене полуприцепов.

В практике автомобильного транспорта получили рас-

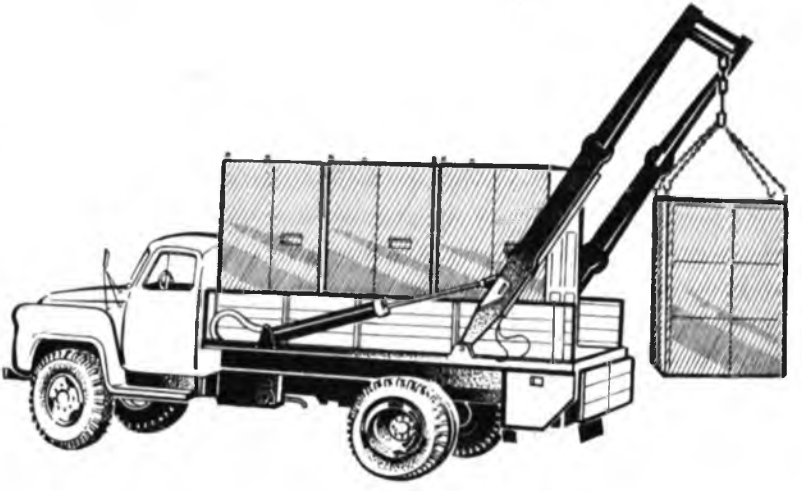


Рис. 5.7. Автомобиль-самопогрузчик мод. НИИАТ П-404

пространение контейнеровозы двух разновидностей: автомобили и автопоезда, оснащенные автономными погрузочно-разгрузочными устройствами и используемые для доставки мало- и среднетоннажных контейнеров грузополучателям; автомобили и автопоезда без устройств самопо-

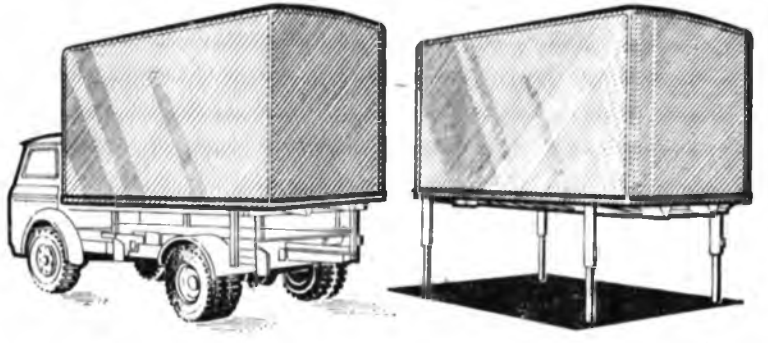


Рис. 5.8. Контейнеровоз для контейнеров со складывающимися опорами

грузки, разгрузки, предназначенные для перевозок при автомобильном и смешанном сообщении средне- и крупнотоннажных универсальных и специальных контейнеров.

Контейнеровозы-самопогрузчики оборудуются легкими крановыми установками (рис. 5.7) и используются при перевозке контейнеров массой до 5 т и при малом контейнерообмене. Существуют также контейнеровозы для контейнеров, оснащенных складывающимися опорами (рис. 5.8). Плунжерами гидравлической подъемной системы шасси контейнер поднимается над грузовой площадкой и устанавливается на опоры. Плунжеры убираются, и автомобиль освобождается от контейнера.

В СССР для перевозки крупнотоннажных контейнеров применяются полуприцепы мод. HLS 200.78/ТК (рис. 5.9). Мощное погрузочно-разгрузочное устройство этого контейнеровоза включает два гидравлических механизма, каждый из которых состоит из балки основания *2*, закрепленной жестко на раме полуприцепа, складывающейся двухзвенной грузовой стрелы *8*, шарнирно соединенной через ось *3* с основанием, и опорной балки *5*. Грузовая стрела из транспортного положения в рабочее и обратно переводится гидроцилиндрами *6* и *7*, взаимодействующими с поворотными звеньями грузовой стрелы и опорной балкой. Крепление контейнера осуществляется с помощью канатной подвески *4*, закрепленной на конце второго звена грузовой стрелы. Гидравлические механизмы приводятся в действие давлением масла от гидронасоса, работающего от автономного

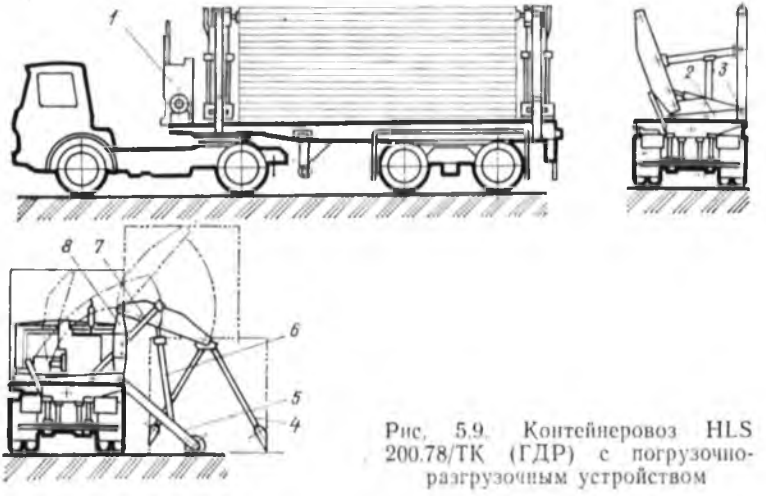


Рис. 5.9. Контейнеровоз HLS 200.78/ТК (ГДР) с погрузочно-разгрузочным устройством

дизельного двигателя *1* мощностью 14,72 кВт. Время разгрузки контейнера массой брутто 20 т — в пределах 10 мин.

В отличие от приведенной конструкции полуприцепы-контейнеровозы фирмы «Klaus» (ФРГ) имеют гидравлические крановые устройства, обеспечивающие двустороннюю погрузку — разгрузку контейнеров разной длины массой 20, 25, 30 т благодаря возможности продольного перемещения крановых устройств.

В Европе достаточно широкое применение в качестве подъемных средств для вывешивания, установки на опорные стойки и снятия крупнотоннажных контейнеров нашли пневматические баллоны с приводом от компрессора автомобиля.

Финская фирма «Autolava» для погрузки — разгрузки крупнотоннажных контейнеров использует устройство лебедочного типа. Самопогрузчик системы Multilift этой же фирмы включает: надрамник, устанавливаемый на шасси и перемещающийся вперед и назад под воздействием гидравлического цилиндра; опрокидывающий механизм, состоящий из двух телескопических подъемников и обеспечивающий угол наклона надрамника до 24°; лебедку с двумя тяговыми цепями, на которых закреплена поперечная траверса с замковыми устройствами.

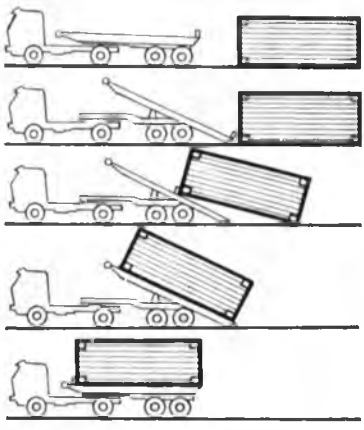


Рис. 5.10. Схема погрузки контейнера на полуприцеп при помощи системы Multilift

На рис. 5.10 показана схема погрузки контейнера на полуприцеп с помощью системы Multilift. После подачи полуприцепа задним ходом к контейнеру на расстояние примерно 3 м надрамник погрузочного устройства подвигается назад и опрокидывается до упора в землю. Полуприцеп подается назад до тех пор, пока штыри запорного устройства не войдут в угловые узлы контейнера. Замкнув замки, водитель подкатывает полуприцеп под контейнер, после чего с помощью лебедки контейнер подвигается по надрамнику до упора.

При использовании для перевозки контейнеров автотранспортных средств без устройств самопогрузки, разгруз-

ки специальные контейнерные площадки, оборудуемые в постоянно действующих пунктах погрузки, выгрузки, перегрузки универсальных контейнеров, оснащаются средствами механизации погрузочно-разгрузочных работ и чаще всего козловыми и мостовыми кранами (рис. 5.11). На площадках с небольшим контейнерооборотом используются авто-

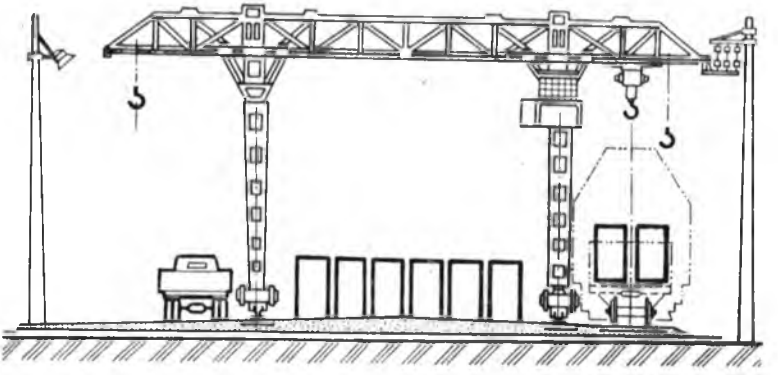


Рис. 5.11. Схема контейнерной перегрузочной площадки

погрузчики разных моделей в основном для контейнеров массой до 5 т, портальный автопогрузчик-контейнеровоз мод. 780 для крупнотоннажных контейнеров массой брутто до 20 т и др.

5.7. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ И ВИД ПЕРЕВОЗОК

Особенности организации перевозок на автомобильном транспорте определяются характером маршрута движения, завершенностью процесса транспортирования за одну ездку, срочностью, регулярностью, сезонностью перевозок и др.

Маршрутом движения называют путь следования подвижного состава при выполнении перевозочной работы. На автомобильном транспорте наиболее распространены два вида маршрутов: маятниковый и кольцевой.

При маятниковом маршруте путь следования автомобиля в прямом и обратном направлениях проходит по одной и той же трассе (рис. 5.12). Маятниковые маршруты бывают трех разновидностей: с обратным негруженым пробегом (рис. 5.12, *а*), коэффициент использования пробега $\beta = 0{,}5$; с груженым пробегом в обоих направлениях (рис. 5.12, *в*), при этом обеспечивается полное использование

пробега подвижного состава, т. е. $\beta = 1$; с обратным не полностью груженым пробегом (рис. 5.12, *б*). При этом коэффициент использования пробега подвижного состава должен быть больше 0,5, но меньше 1.

При кольцевом маршруте путь следования автомобиля представляет замкнутый контур, объединяющий несколько

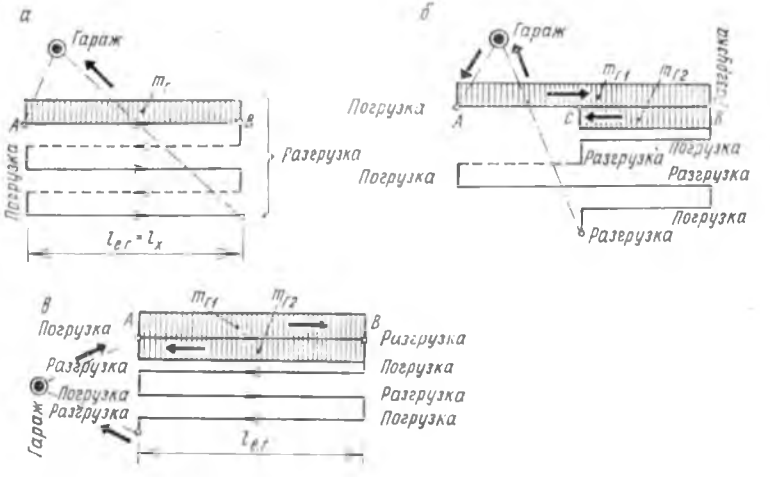


Рис. 5.12. Маятниковый маршрут:

а — перевозка грузов в одном направлении; *б* — перевозка грузов в одном направлении и не на полное расстояние в другом; *в* — перевозка грузов в обоих направлениях

погрузочно-разгрузочных пунктов (рис. 5.13, *а*). Разновидностями кольцевого маршрута являются: сборный, при котором подвижной состав, последовательно проходя погрузочные пункты, постепенно загружается с разгрузкой в конечном пункте маршрута (рис. 5.13, *б*); развозочный, при котором подвижной состав, загруженный в начальном пункте, разгружается постепенно, развозя груз партиями по промежуточным пунктам; сборно-развозочный, при котором одновременно один груз развозится, другой собирается.

Выбор оптимального маршрута движения является важной задачей, так как во многом определяет эффективность использования подвижного состава: его производительность, скорость доставки грузов, себестоимость перевозок. В настоящее время эта сложная задача решается с помощью математических методов и вычислительной техники.

Маятниковые маршруты применяются, как правило, при массовых перевозках, кольцевые — при мелкопартионных.

Этим определяются соответствующие требования к конструкции подвижного состава. Для подвижного состава, используемого на маятниковых маршрутах, важно соответствие грузовместимости автомобиля (прицепа) массе партии перевозимого груза. Подвижной состав, применяемый на развозочных или сборных маршрутах, должен быть при-

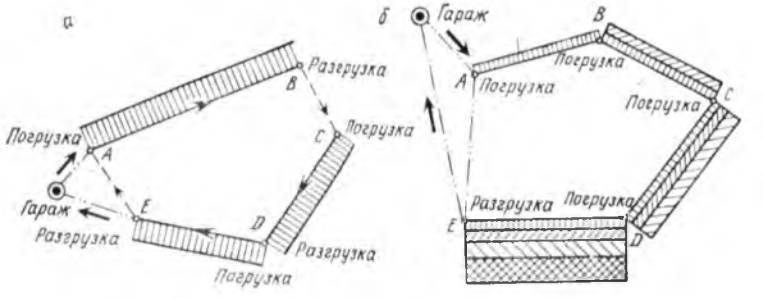


Рис. 5.13. Кольцевой маршрут:
а — обычный; *б* — сборный

способлен для быстрой раздельной разгрузки и погрузки каждой части груза.

Специфические особенности имеет организация движения при перевозках грузов на большие расстояния (магистральных). Они обусловлены прежде всего усложнением организации работы водителей, технического обслуживания и ремонта подвижного состава. В практике работы автомобильного транспорта существуют две системы организации перевозок на большие расстояния: сквозная и участковая. При сквозной автомобиль (автопоезд) движется от начального пункта до конечного без перегрузки груза (рис. 5.14, *а*). При этом могут иметь место одиночная, турная или сменная работа водителей.

При одиночной работе один и тот же водитель ведет автомобиль на протяжении всего пути следования в обоих направлениях. При этом отсутствуют перегрузки грузов в пути, однако имеются трудности в организации работы и отдыха водителя вследствие длительной оторванности от базы, организации технического обслуживания и ремонта подвижного состава; уменьшается скорость доставки грузов из-за простоев подвижного состава во время кратковременного и межсменного отдыха водителя, предусмотренного законодательными актами.

Турная работа при сквозной системе движения выпол-

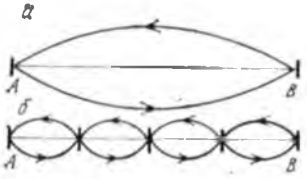


Рис. 5.14. Схемы движения подвижного состава при перевозках на большие расстояния:
а — сквозная; *б* — участковая

няется двумя водителями, работающими и отдыхающими поочередно. При этом отсутствуют простои автомобиля, связанные с отдыхом водителя, вследствие чего скорость доставки груза увеличивается.

При сменной работе водители меняются на границах участков, на которые разбит маршрут движения автомобиля. Водитель, работая только на «своем» относительно небольшом участке маршрута, не отрывается от места жительства. Недостатком сменной работы является, кроме оторванности подвижного состава от базы, еще и обезличивание его.

Сквозная система организации перевозок грузов на большие расстояния применяется относительно редко (в основном в тех случаях, когда отсутствуют систематические грузопотоки).

При участковой системе весь маршрут делится на участки (см. рис. 5.14, *б*). Автомобиль перевозит груз только на том участке, за которым он закреплен. На границах груз перегружается. Длина участка выбирается такой, чтобы за смену можно было возвратиться обратно. Существенный недостаток этой системы — необходимость перегрузки грузов на границах участков — теряет свое значение при использовании съемных кузовов, контейнеров в комплексе с быстродействующими погрузочно-разгрузочными механизмами.

Разновидностью участковой системы организации перевозок грузов является система тяговых плеч, при которой на каждом участке маршрута — тяговом плече — работают автомобили-тягачи с полуприцепами. Автомобиль буксирует полуприцеп с грузом до границы своего участка, где его отцепляет и в обратном направлении буксирует другой полуприцеп. Первый же полуприцеп следует далее по маршруту в сцепке с другими тягачами, работающими в пределах участков, за которыми они закреплены.

Организация перевозок грузов по системе тяговых плеч обеспечивает нормальные условия труда и быта водителей, упрощает организацию технического обслуживания и ремонта подвижного состава, позволяет увеличить скорость

доставки грузов, сохранить их качество, исключая необходимость в промежуточных перегрузках. Вследствие этого во всех случаях, когда имеет место большой сравнительно равномерный и постоянный грузооборот, предпочтение отдают участковой системе организации движения (системе тяговых плеч).

Как отмечалось выше, при перевозке грузов на большие расстояния эффективно использование высокоскоростных транспортных средств возможно большей грузоподъемности. Такая система организации движения формирует некоторые дополнительные требования к конструкции подвижного состава. При движении по системе тяговых плеч наиболее целесообразно использовать седельные тягачи с полуприцепами и дополнительными прицепами, специализированными по видам массовых грузов. Кабина автомобилей, предназначенных для дальних перевозок по сквозной системе, должна оборудоваться специальным местом для отдыха водителя.

5.8. ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЕ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Централизованные перевозки грузов являются прогрессивной разновидностью перевозок и эксплуатации автомобилей. Они пришли на смену «самовывозу», который преобладал в 60-х годах и при котором грузополучатель брал на себя большинство функций, связанных с доставкой груза: нанимал и оплачивал транспорт (или использовал свой), производил погрузку груза, экспедировал его и выгружал. Такой организации перевозочного процесса присущ ряд серьезных недостатков: большие потери времени из-за простоев транспортных средств в ожидании погрузки, так как планирование отправки грузов при этом затрудняется; большие потери времени и трудозатраты при самой погрузке из-за слабой механизации погрузочных работ; непроизводительное использование грузчиков; большой штат экспедиторов; отсутствие возможности организации движения по рациональным маршрутам, исключение применения контейнеров; низкий коэффициент использования грузоподъемности подвижного состава.

При централизованных перевозках погрузка грузов осуществляется силами и средствами грузоотправителя, перевозка и экспедирование — транспортной организацией, выгрузка — силами и средствами грузополучателя. Такая система имеет ряд несомненных преимуществ. При этом

практически исключаются потери времени в ожидании погрузки и разгрузки и при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, так как обеспечивающие выполнение этих работ грузоотправитель и грузополучатель платят транспортной организации штраф за простои автомобилей сверх установленных норм и премируются в случае досрочной погрузки, разгрузки. Заинтересованность грузоотправителя в быстрой, своевременной погрузке, а грузополучателя — в выгрузке грузов заставляет их заботиться о рациональной организации работ на погрузочно-разгрузочных пунктах, повышении уровня механизации погрузки — разгрузки, содержать в порядке подъездные пути и т. д. При централизованных перевозках имеет место рациональное использование грузчиков, так как нет необходимости в перевозке их на автомобилях к месту погрузки груза и обратно. Это позволяет уменьшить их штат. Появляется возможность широко использовать специализированный подвижной состав, контейнеры, организовывать движение транспорта по рациональным маршрутам, создавать условия для укрупнения отправок грузов и тем самым обеспечивать широкое применение автопоездов, автомобилей повышенной грузоподъемности.

Использование централизованных перевозок грузов позволяет: значительно (в 3...9 раз) повысить производительность подвижного состава и как следствие сократить потребность в нем при выполнении определенного объема перевозок груза; уменьшить трудоемкость перевозок за счет сокращения количества грузчиков, агентов-экспедиторов, водителей и расходов на заработную плату; повысить качество перевозки грузов за счет применения специализированного подвижного состава, контейнеров и т. д.; уменьшить приведенные затраты на перевозки.

Централизованные перевозки получили в настоящее время самое широкое распространение (перевозки стройматериалов, грузов торговой сети, завоз грузов на железнодорожные станции, пристани, порты и вывоз грузов из них). Их применение требует дальнейшего увеличения в структуре грузового автомобильного парка доли автомобилей большой грузоподъемности, автопоездов, специализированного подвижного состава по видам груза, контейнеров, поддонов.

5.9. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ГРУЗОВ РАЗНЫХ ОТРАСЛЕЙ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

5.9.1. Особенности перевозок промышленных грузов

Общие положения. Мощный рост промышленного производства в нашей стране, способствующий образованию постоянных грузопотоков, создает благоприятные условия для эффективного использования подвижного состава автомобильного транспорта. При перевозке массовых грузов промышленности широко применяется метод централизованных перевозок, для большой номенклатуры грузов эффективно используюся контейнеры и поддоны, на крупных грузообразующих и грузопоглощающих пунктах высок уровень механизации погрузочных работ. Номенклатура грузов промышленности, перевозимых автомобильным транспортом, очень широка. Значительный объем перевозок промышленных грузов выполняется подвижным составом общетранспортного назначения, стандартными автомобилями с бортовой платформой. Эти перевозки особенно эффективны при доставке грузов в контейнерах, на поддонах, в пакетах, при механизации погрузки — разгрузки. Значительная часть промышленных грузов относится к специфическим по условиям перевозки, погрузки — разгрузки и требует применения специализированного подвижного состава.

Перевозка металла и труб. Металл и трубы являются одним из распространенных промышленных грузов. В зависимости от профиля и габаритных размеров металл делится на пять основных групп (сортаментов): малогабаритный металл (чугун, бухты троса, метизы и др.); прокат различных профилей длиной до 6 м; длинномерный мелкопрофильный прокат длиной от 6 до 14 м; длинномерный средне- и крупнопрофильный прокат, а также трубы длиной 6...14 м; широкогабаритный листовой прокат толщиной свыше 2 мм и длиной 6...14 м [29].

Перевозка малогабаритного металла может осуществляться на стандартных автомобилях с бортовой платформой. Для перевозки проката длиной до 6 м используются автопоезда, состоящие из тягача и одноосного прицепа или седельного тягача и полуприцепа. Транспортировка длинномерного проката, а также труб производится с исполь-

зованием специализированного подвижного состава. Для длинномерного мелкопрофильного металла, перевозимого пакетами или навалом, используется подвижной состав с кузовом — удлиненной платформой со сплошным настилом (свес груза не допускается из-за его большой гибкости). Крупнопрофильный длинномерный прокат и трубы могут перевозиться на раздвижных платформах и прицепах-роспусках. По способу разгрузки металло- и трубовозы делятся на саморазгружающиеся и несаморазгружающиеся. Первые оборудуются самосвальными устройствами для выгрузки металла на сторону.

Перевозка лесоматериалов. Перевозимый с лесозаготовительных пунктов лес подразделяется на коротье (длина до 3 м) и длинномер (длина 3...12 м и более). При этом длинномер может быть в виде деревьев с кронами, хлыста (ствол, очищенный от сучьев) и бревен. Перевозка коротья может осуществляться автомобилями с бортовой платформой. Для длинномера применяют автомобили-лесовозы и агрегатные лесовозные автомобили с прицепным составом. На шасси агрегатных лесовозных автомобилей устанавливаются различные механизмы и устройства с приводом от двигателя автомобиля, предназначенные для выполнения комплекса лесозаготовительных работ (трелевки, погрузки, вывозки, разгрузки) или части этих работ. Прицеп-роспуск агрегатных лесовозных автомобилей при движении без груза перевозится на раме автомобиля. Укладка леса производится на специальные лесовозные коники с верхними увязочными цепями. Соединение прицепа-роспуска с тягачом осуществляется посредством металлического дышла, а также крестообразной сцепки при перевозке грузов длиной более 8,5 м. Крестообразная сцепка включает два стальных каната (троса), которые одним концом соединяются с поперечной тяговой балкой тягача, другим — с тяговой балкой прицепа-роспуска. Степень натяжения тросов регулируется с помощью специальных муфт. При движении на повороте тяговые тросы заставляют двигаться тележку прицепа-роспуска след в след с тягачом, улучшая таким образом маневренность автопоезда.

Перевозка нефтепродуктов. Массовые перевозки нефтепродуктов (бензин, керосин, дизельное топливо, масла, мазут и т. д.) во избежание загрязнения и потерь при транспортировании осуществляются одиночными автомобилями, автомобилями-тягачами с прицепами и полуприцепами, оборудованными герметичными кузовами-цистернами. Внутри цистерны разделяются перегородками на

отдельные секции, сообщающиеся между собой, что способствует уменьшению гидравлических ударов в переднюю и заднюю стенки при резком изменении скорости движения автомобиля. Кроме того, такое устройство цистерн, особенно большой вместимости, устанавливаемых на полуприцепах, препятствует перемещению нефтепродуктов при движении автопоезда на подъеме или спуске, тем самым предотвращая чрезмерную перегрузку или разгрузку ведущих колес тягача вследствие перераспределения нагрузок на тележку полуприцепа и седельно-сцепное устройство тягача.

Цистерны заполняются самотеком при их расположении ниже резервуара, из которого поступает топливо, или с помощью стационарного насоса. Слив в большинстве случаев также осуществляется самотеком. Для ускорения слива автомобиль оснащается дополнительным оборудованием (например, центробежно-лопастным насосом, приводимым в действие от двигателя автомобиля через коробку отбора мощности).

Цистерны, предназначенные для перевозки вязких материалов (масло, битум и др.), внутри оборудуются подогревателями, использующими теплоту отработавших газов двигателя.

Для транспортировки жидкого топлива эффективно применять эластичные, мягкие резервуары вместимостью 2,5 и 4 м^3, пригодные для перевозки на обычных автомобилях с бортовой платформой.

Карьерные перевозки. В горнорудной промышленности получил широкое распространение открытый (бесшахтный) способ разработки месторождений, наиболее экономичный, производительный и безопасный при добыче полезных ископаемых. Для вывозки руды, вскрышных пород из карьеров наряду с железнодорожным транспортом широко применяется автомобильный, что обусловлено следующими его преимуществами: высокой мобильностью и маневренностью; меньшими затратами на устройство подъездных путей; возможностью организации движения с большой интенсивностью (до 400...500 автомобилей в час при двухполосном встречном движении); более высокой производительностью погрузочных механизмов (экскаваторов).

Для карьерных перевозок характерен ряд особенностей: мощные постоянные грузопотоки; сложные условия движения на подъездных путях (значительные уклоны, до 80...100 ‰, а на выезде из карьера — до 200...250 ‰, узкие проезды, крутые повороты с малыми радиусами кривизны,

необходимость частой подачи автомобиля под погрузку — разгрузку задним ходом и др.); наличие на твердой дорожной поверхности мелких осколков скальных пород, руды, угля; небольшая длина ездки с грузом (5...10 км, а иногда 2...3 км); осуществление загрузки автомобилей мощными экскаваторами; высокая запыленность воздуха, повышенный уровень шума, сильное загрязнение карьерного воздуха, особенно в глубоких карьерах во время безветрия, отработавшими газами.

Для вывоза грунта, пород, полезных ископаемых из карьеров используются как дорожные автомобили-самосвалы, так и специализированные для карьерных работ.

Отмеченные особенности работы автомобильного подвижного состава на карьерных перевозках определяют следующие основные требования к конструкции применяемых для этих целей автомобилей.

Наличие постоянных мощных грузопотоков, а также навалочных грузов большой плотности определяет в качестве основного типа подвижного состава автомобиль-самосвал и самосвальный автопоезд особо большой грузоподъемности (40...300 т).

Для мягких, мелкокусковых пород и полезных ископаемых применяются одно- и двухосные полуприцепы, разгружающиеся через дно. Грузоподъемность и объем кузова подвижного состава должны соответствовать объему ковша экскаватора и параметрам груза (плотности), подлежащего погрузке и перевозке. Кузова карьерных самосвалов должны конструироваться с учетом действия ударных нагрузок от падающего груза большой массы (двойное дно с прокладками, ребра жесткости), над кабиной должен быть предусмотрен надежный защитный козырек, предохраняющий ее и водителя при загрузке автомобиля мощными экскаваторами. Кабина для карьерных самосвалов должна проектироваться одноместной (нет необходимости перевозить экспедиторов или грузчиков).

Двигатель и трансмиссия должны обеспечивать максимальную скорость 30...35 км/ч (из-за сложных дорожных условий и небольшой длины ездки большие скорости нецелесообразны) и преодоление подъемов до 250 ‰. Важным требованием является максимальное облегчение управления автомобилем (наличие усилителей рулевого управления, тормозов, автоматической трансмиссии и т. д.).

Вследствие высокой запыленности воздуха в карьерах кабины необходимо оборудовать кондиционирующими установками, подающими обеспыленный воздух с избыточным

давлением во избежание подсоса запыленного наружного воздуха через неплотности дверей и окон. Шумность автомобиля не должна превышать норм, установленных ГОСТом. Для карьерных автомобилей очень важен вопрос снижения токсичности отработавших газов, поэтому в автомобилях с дизельными двигателями при работе в глубоких карьерах должны устанавливаться нейтрализаторы отработавших газов. Одним из важных эксплуатационных качеств карьерных автомобилей является их надежность, так как стоимость технического обслуживания и ремонта карьерных самосвалов составляет значительную часть (свыше 35 %) себестоимости перевозок.

5.9.2. Особенности перевозок строительных грузов

В нашей стране из года в год увеличивается объем промышленного, энергетического, сельскохозяйственного и особенно жилищного и культурно-бытового строительства. На его темпы, эффективность, а также на стоимость непосредственно влияет четкая качественная работа транспорта по перевозке строительных материалов, конструкций, деталей. Номенклатура строительных грузов очень разнообразна. Это навалочные и насыпные грузы (грунт, песок, шлак, щебень, гравий и др.), стеновые материалы (кирпич, кирпичные, бетонные, шлаковые блоки, панели), железобетонные изделия, металлические конструкции, длинномерные грузы (фермы, трубы, балки, доски и др.), строительные растворы (цементный раствор, жидкий бетон и др.), пылящие грузы (цемент, известь) и т. д. Пунктами отправления строительных грузов являются в основном места добычи, строительные площадки, склады, предприятия промышленности строительных материалов, пунктами назначения — предприятия промышленности строительных материалов, склады, строительные площадки.

Условия перевозки строительных грузов достаточно тяжелые. На строительных объектах вследствие непостоянства фронта работ подъездные пути и площадки для погрузки — разгрузки не имеют твердого покрытия. Ограниченность размеров погрузочно-разгрузочных площадок приводит к необходимости производить при погрузке — разгрузке частые, сложные маневрирования. Запыленность воздуха в сухое время года высокая. Расстояния перевозки в зависимости от вида груза и других факторов составляют от 1 до 40 км.

Особенности работы автомобилей в строительстве определяют следующие основные требования к их конструкции.

В связи с широкой номенклатурой грузов возникает необходимость применения различного по назначению подвижного состава: автомобилей-самосвалов, автомобилей и прицепов-цементовозов, растворовозов, панелевозов, фермовозов, прицепов-тяжеловозов и т. д.

К автомобилям-самосвалам, применяемым в строительстве, предъявляются следующие основные требования. Их грузоподъемность и объем кузова должны устанавливаться исходя из условия совместной эффективной работы с экскаватором. В связи с тяжелыми дорожными условиями и стесненностью погрузочно-разгрузочных площадок максимальная грузоподъемность самосвалов не должна превышать 20 т. Динамический фактор на первой передаче должен обеспечивать надежное преодоление подъемов при выезде из котлованов. Для облегчения маневрирования в стесненных условиях предъявляются повышенные требования к параметрам компактности. Конструкция кузова автомобилей-самосвалов, предназначенных для строительных растворов, не должна допускать их расплескивания. Кузова самосвалов, предназначенных для перевозки вязких, прилипающих к кузову грузов, при необходимости должны оборудоваться пневматическими и электрическими вибраторами. Эффективным средством является облицовка внутренней поверхности кузова такими материалами, к которым вязкие грузы не прилипают. Кузова автомобилей-самосвалов, предназначенных для перевозки бетона, оборудуются двойным днищем и системой обогрева отработавшими газами двигателя, что предотвращает «схватывание» бетона зимой при низких температурах и прилипание его к днищу и бортам. Дополнительное днище *2* устройства для обогрева кузова автомобиля-самосвала (рис. 5.15) укладывается на приваренные к основному днищу кузова *1* металлические уголки *3*. Оно приваривается к основному днищу и переднему борту. Щель между основным и дополнительным днищем закрывается изогнутым металлическим уголком. В пространство между ними по впускному патрубку *6* подаются отработавшие газы двигателя. Металлические уголки создают своеобразный лабиринт, проходя по которому отработавшие газы подогревают всю площадь днища. Когда платформа автомобиля опущена, фланец *7* патрубка плотно прилегает к фланцу *8* впускного трубопровода *9*, укрепленного на раме автомобиля и соединенного с выпускным трубопроводом *4*. Заслонка в выпускном трубопроводе позво-

ляет перекрывать его, и тогда отработавшие газы поступают в пространство между днищами. Их выпуск осуществляется через выпускной патрубок 5.

На самосвалах, занятых в строительстве, при малой длине ездки (1...4 км) и отсутствии экспедиторов нет необходимости устанавливать двухместную кабину. Тем более,

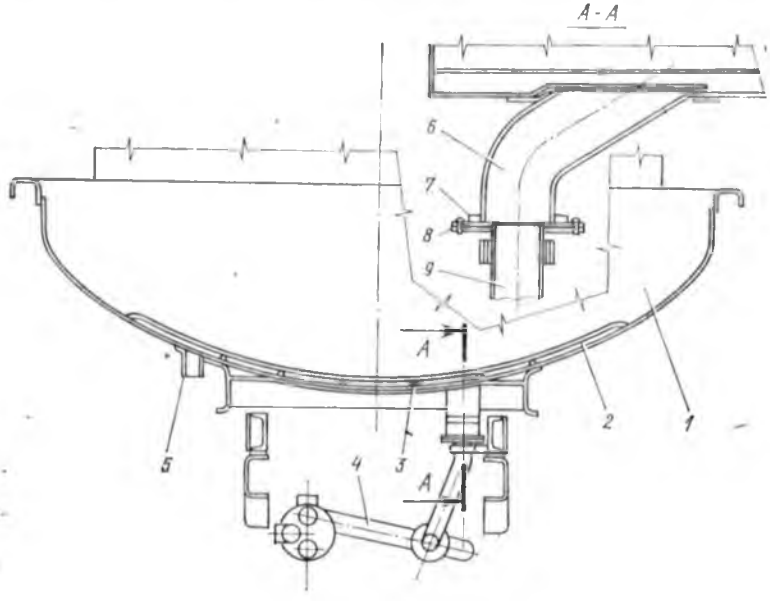


Рис. 5.15. Устройство для обогрева кузова автомобиля-самосвала ЗИЛ-ММЗ-555

что одноместная кабина менее металлоемка и обеспечивает лучшую обзорность автомобиля, что очень важно при работе в условиях стесненных строительных площадок.

Двигатели самосвалов должны иметь усиленную систему фильтрации воздуха, поступающего в цилиндры двигателя; должна быть оборудована вентиляционной установкой и установкой для фильтрации поступающего воздуха кабина водителя.

В строительстве широкое применение нашли автомобили-цементовозы для бестарной перевозки цемента, занимающего значительный удельный вес в общем объеме перевозок строительных грузов. Цемент — пылевидный груз, портится при увлажнении, слеживается при перевозке и обладает абразивностью. Перевозка цемента в герметически закрытых емкостях на специализированном подвижном со-

ставе обеспечивает его сохранность при погрузке — разгрузке, транспортировании, а также защиту воздушного бассейна от попадания в атмосферу вредных веществ.

Цементовозы представляют собой специализированные автопоезда, состоящие из седельных тягачей и полуприцепов-цистерн. Система разгрузки цементовоза — пневмати-

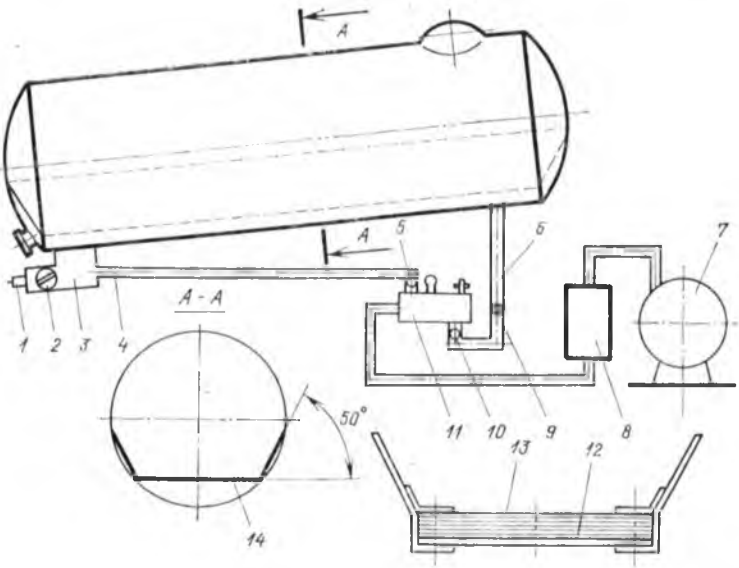


Рис. 5.16. Схема пневматической системы разгрузки полуприцепа-цементовоза

ческая от сжатого воздуха, поступающего от компрессора, который имеет привод от двигателя автомобиля-тягача (рис. 5.16).

Компрессор *7* подает сжатый воздух под давлением 147 кПа через влагомаслоотделитель *8* к воздухораспределителю *11*, затем через кран *9* по трубопроводу *6* к аэродницу *14*, а по трубопроводу *4* через кран *2* к форсунке *1* разгрузочного патрубка *3*. В обратном направлении цемент не может перемещаться благодаря клапанам *5* и *10*. Аэродница представляет собой лоток, закрытый слоями пористой хлопчатобумажной ткани *13*, уложенной на металлическую сетку *12*. Проникая через эту сетку и слои ткани, сжатый воздух дробит цемент на мелкие струйки и, смешиваясь с ним, придает ему текучесть. Выходя затем через разгрузочный патрубок *3* и форсунку *1*, воздух увлекает за собой цемент и подает его по шлангу к месту назначения.

Перевозка товарного бетона, кроме обычных автомобилей-самосвалов, может осуществляться автомобилями-бетоносмесителями, обеспечивающими непрерывное перемешивание бетонной смеси или ее приготовление из сухих компонентов и воды во время движения. Конструкция автомобиля-бетоносмесителя (рис. 5.17) состоит из шасси авто-

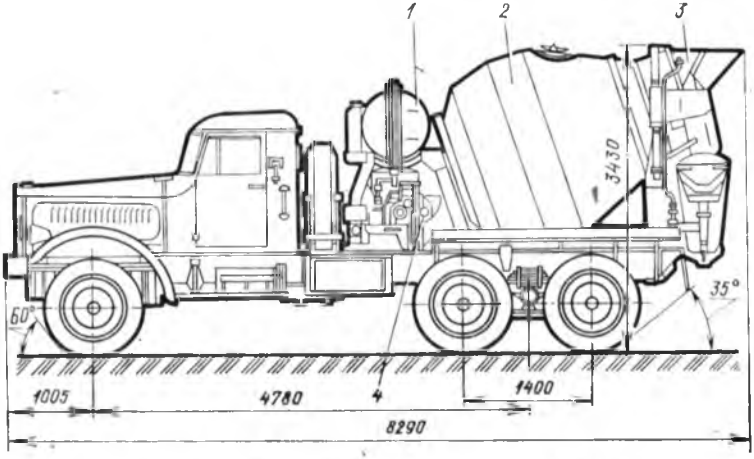


Рис. 5.17. Автомобиль-бетоносмеситель С-942

мобиля, смесительного барабана *2*, загрузочно-разгрузочного устройства *3*, бака *1* с оборудованием для подачи и дозирования воды, привода *4* смесительного барабана, представляющего собой резервуар с встроенными в него лопастями. Привод смесительного барабана может быть механическим от автономного двигателя внутреннего сгорания или гидравлическим с отбором мощности от двигателя автомобиля или автономного двигателя. Объем готового замеса отечественных бетоносмесителей СБ-69 (на шасси МАЗ-503А) составляет 2,5 м³, С-942 (на шасси КрАЗ-258) — 3,2 м³. За рубежом выпускают автомобили-бетоносмесители большой производительности на шасси полуприцепов (объем замеса у них достигает 10 м³) [33].

Автомобили-бетоносмесители применяют для перевозки бетонной смеси на значительные расстояния. При массовых перевозках товарного бетона с бетонных заводов на строительные площадки на расстояние до 20...30 км используются обычные автомобили-самосвалы.

По условиям перевозок и конструкции железобетонные изделия можно разделить на следующие основные группы:

детали и конструкции небольших размеров, стеновые панели и перегородки, фермы и балки, объемные элементы (блок-секции, сантехкабины).

Перевозка деталей и конструкций небольших размеров осуществляется на бортовых автомобилях и автопоездах, состоящих из автомобилей-тягачей и полуприцепов.

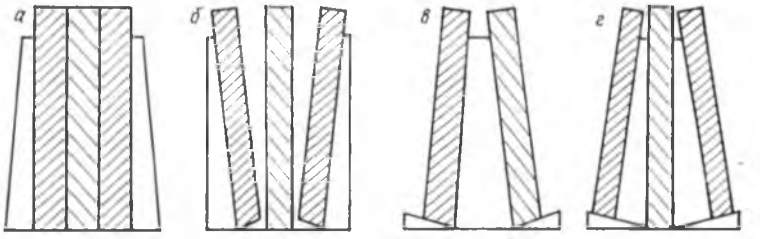


Рис. 5.18. Схемы загрузки полуприцепов-панелевозов:
а, б — центральная; *в* — боковая; *г* — центральная и боковая

При перевозке стеновых панелей и перегородок необходимо соблюдать ряд условий: во избежание поломок панели должны устанавливаться вертикально или наклонно (не более 8...12° к вертикали) и надежно закрепляться; размещение панелей при транспортировке должно обеспечивать их выгрузку в любой последовательности и, наконец, при перевозке облицованных панелей необходимо исключать возможность их трения между собой. Для перевозки панелей применяются автопоезда-панелевозы, состоящие из автомобилей-тягачей и полуприцепов. Различают панелевозы: хребтовые, у которых панели размещаются по обе стороны пространственной несущей фермы, расположенной вдоль продольной оси автопоезда; кассетные, имеющие кассету для размещения панелей; рамные, имеющие раму, на которой вертикально закреплена кассета.

По способу загрузки полуприцепы-панелевозы делятся на панелевозы с центральной загрузкой, с боковой загрузкой и с центральной и боковой загрузкой одновременно (рис. 5.18). В СССР приняты для эксплуатации ферменные полуприцепы-панелевозы с центральным расположением фермы — хребтовый панелевоз и с боковыми плоскими несущими фермами — кассетный панелевоз.

Основные требования к конструкции панелевозов: приспособленность для перевозки панелей в вертикальном или близком к нему положении; небольшая погрузочная высота (не более 0,8 м), обеспечивающая перевозку панелей с

транспортным габаритом по высоте не более 3,8 м; возможность перевода панелей в горизонтальное положение при разгрузке; размеры кассет или погрузочных площадок должны обеспечивать загрузку панелевозов с максимальным использованием грузоподъемности, а также удобство погрузочно-разгрузочных работ; укомплектованность гидравлическими опорами (одностороннего или двустороннего действия) с управлением ими из кабины тягача; полуприцепы-панелевозы с увеличенной базой должны иметь поворотную систему задней тележки с приводом от автомобиля-тягача; обеспечение защиты панелей от механических воздействий и попадания грязи при транспортировании.

Для транспортирования широко применяемых в строительстве промышленных зданий и сооружений железобетонных ферм, длина которых достигает 30 м и более, используются автопоезда-фермовозы. Для перевозок этого вида груза характерно ухудшение маневренности, устойчивости транспортного средства при движении на поворотах и по плохой дороге, необходимость исключения восприятия фермой усилий кручения и продольного изгиба, передаваемых на раму транспортного средства при движении по неровной дороге. Последнее может не распространяться на арочные фермы длиной до 18 м, транспортировка которых допускается на автопоездах, состоящих из автомобиля-тягача и прицепа-роспуска. Современные фермовозы представляют собой полуприцепы скелетной конструкции кассетного типа. Основные требования к ним: обеспечение возможности перевозки ферм в рабочем положении; выполнение полуприцепа по низкорамной схеме с погрузочной высотой не более 0,7 м; оборудование тележки полуприцепа управляемыми колесами.

5.9.3. Перевозки грузов сельского хозяйства

Трудозатраты на выполнение транспортных и погрузочно-разгрузочных работ в сельском хозяйстве составляют до 35 % общих трудозатрат на возделывание сельскохозяйственных культур и около 17 % в животноводстве [29]. Автомобильный транспорт, обеспечивающий технологический процесс производства сельскохозяйственной продукции, вывозку удобрений на поля, доставку сельскохозяйственной продукции, является неотъемлемой частью сельскохозяйственного производства и в значительной мере определяет производительность труда в этой отрасли народного хозяйства.

Автомобильные перевозки в сельском хозяйстве подраз-

деляются на внутрихозяйственные и внехозяйственные. К внутрихозяйственным относятся вывоз урожая с полей на тока и хранилища, завоз удобрений, семенных материалов, торфа, нефтепродуктов со складов, хранилищ на поля, перевозка в пределах усадеб хозяйств различных грузов (кормов, стройматериалов, топлива, воды и т. д.). Таким образом, большая часть внутрихозяйственных перевозок непосредственно связана с технологическим процессом сельскохозяйственного производства. Внехозяйственные перевозки включают, во-первых, доставку из колхозов и совхозов продуктов полеводства и животноводства на приемные и перерабатывающие пункты, в города, и, во-вторых, завоз в хозяйства минеральных удобрений, топлива, строительных материалов, запасных частей и т. д. Внехозяйственные перевозки имеют пиковый период во время заготовительных кампаний (июль — октябрь).

К особенностям перевозки грузов в сельском хозяйстве относятся:

значительные колебания грузооборота и объема перевозок в течение года. Для внехозяйственных перевозок коэффициент неравномерности грузооборота колеблется в среднем от 2,5 до 3,5. Распределение годового объема перевозок по кварталам выглядит примерно так: по 15% в I и II кварталах, 45 в III и 25% в IV квартале;

короткие сроки уборки урожая и вывоза его с полей. Как показывает практика, задержка в уборке зерновых культур на 10 дней приводит к потерям до 15% урожая, на 20 дней — до 30% [29]. Свекла после уборки подвержена быстрой порче (начинает вянуть, загнивать, теряет в массе, снижает сахаристость), поэтому необходима срочная доставка ее на сахарные заводы и специальные пункты хранения. При уборке урожая сельскохозяйственных продуктов применяются три основных способа организации работ: поточный, когда продукт из уборочного агрегата подается непосредственно в кузов транспортного средства; раздельный, когда убранный продукт временно хранится в поле, а затем загружается в подвижной состав; комбинированный, совмещающий первых два способа;

небольшое расстояние (от 5 до 20 км) внутрихозяйственных перевозок и большой диапазон расстояний (от 30 до 3000 км) для внехозяйственных;

высокий удельный вес навалочных и насыпных грузов с небольшой плотностью. Например, такие грузы, как сено, солома, силос, имеют плотность 0,25...0,35 т/м^3, капуста — 0,4...0,45 т/м^3, хлопок-сырец — 0,07...0,15 т/м^3, что ведет к

неполному использованию номинальной грузоподъемности автомобилей;

среди сельскохозяйственных грузов значительную часть составляют порошкообразные или жидкие минеральные удобрения, перевозка которых имеет свои особенности. Порошкообразные приходят в непригодное состояние при воз-

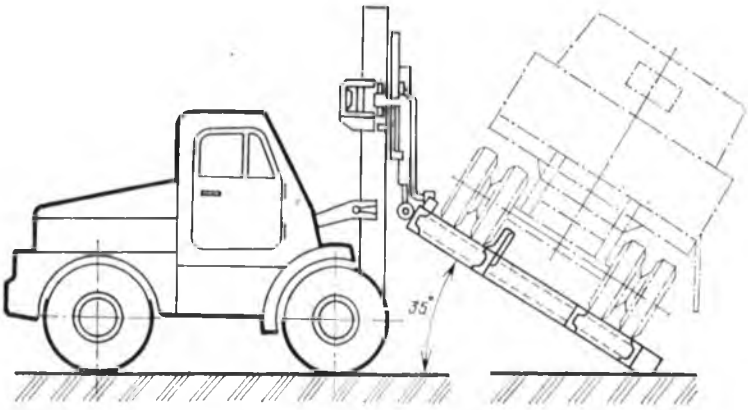


Рис. 5.19. Передвижной автомобилеразгрузчик А-101

действии влаги, а жидкие могут оказывать вредное воздействие на человеческий организм, вызывать повреждения транспортных средств, тары;

для внутрихозяйственных перевозок характерно преобладание грунтовых дорог с низкой проезжаемостью в весенне-осенние периоды, а также езда по пахоте, стерне. При этом автомобиль должен двигаться на малой скорости (5...10 км/ч), отчего в теплое время года двигатели перегреваются;

раскачивание кузова и как следствие расшатывание его основания, рамы при движении по неровным дорогам с грузом малой плотности (при перевозке производят наращивание бортов кузовов, вследствие чего повышается центр тяжести автомобиля);

сельскохозяйственные грузы подвержены значительным повреждениям при перевозке (овощи, фрукты и др.). Велики также потери некоторых грузов, особенно зерновых, при транспортировке вследствие высыпания через неплотности кузова (зерно способно «течь» даже через небольшие щели), а также в результате выдувания из кузова завихряющимися потоками воздуха.

Особенности эксплуатации автомобильного подвижного состава в сельском хозяйстве определяют следующие требования к его конструкции.

Преобладание навалочных грузов с малой плотностью определяет потребность для сельского хозяйства в автомобилях-самосвалах с большим объемом кузова. При этом

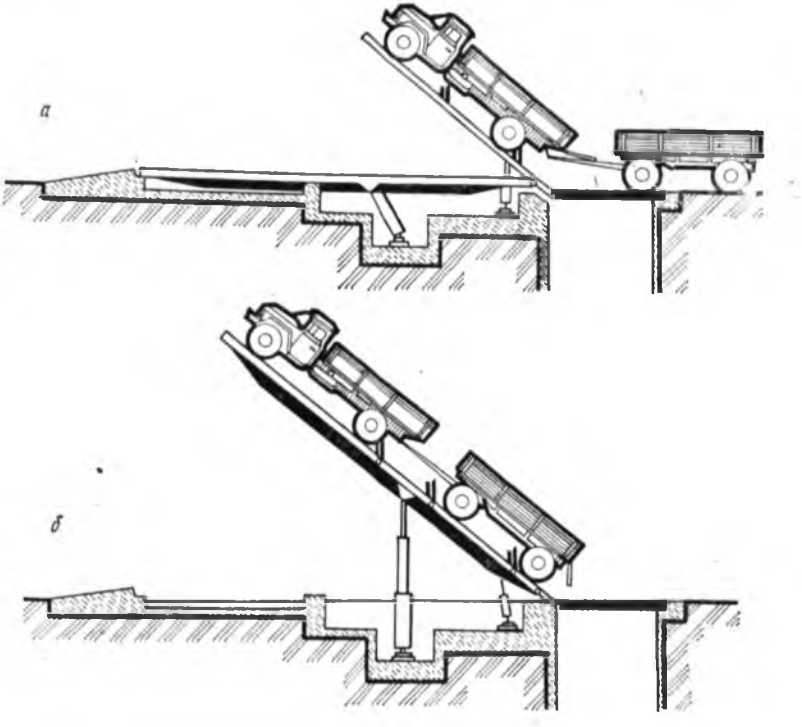


Рис. 5.20. Стационарный автомобилеразгрузчик ПГА-35:
а — разгрузка автомобиля; *б* — разгрузка прицепа

вследствие затрудненных условий маневрирования на токах, хранилищах с ограниченными размерами площадок требуется обеспечение возможности разгрузки на три стороны. Зерно, доставляемое на хлебоприемные предприятия, разгружается с помощью различных автомобилеразгрузчиков передвижных (рис. 5.19) и стационарных (тупиковых с наклоном автомобиля и прицепа назад, проездных, обеспечивающих разгрузку автопоездов, в том числе многозвенных, без их расцепки) (рис. 5.20). В связи с этим конструкция транспортных средств должна обеспечивать возмож-

ность их наклона при разгрузке. Устройство кузова должно способствовать сохранности перевозимых грузов: предотвращению потерь зерна (через неплотности и вследствие выдувания), защите от атмосферных влияний.

В сельском хозяйстве требуется также специализированный подвижной состав, максимально приспособленный для эффективного использования при перевозке различных грузов: скирдовозы для сена, соломы; хлопковозы; автомобили с кузовами-цистернами для молока, жидких минеральных удобрений; двухъ- и одноярусные полуприцепы для мелкого и крупного рогатого скота, птицы и т. д.

Все более широко применяются контейнеры и поддоны для доставки картофеля, овощей и других продуктов на плодоовощные базы. При этом важна приспособленность подвижного состава к перевозке контейнеров, способствующая максимальному использованию грузоподъемности, удобству и эффективности погрузочно-разгрузочных работ.

Необходимость осуществления перевозок по низовой дорожной сети, по дорогам без твердого дорожного покрытия, в условиях бездорожья определяет повышенные требования к проходимости автомобилей, используемых в сельском хозяйстве. Для этих условий эффективны автомобили, оборудованные широкопрофильными шинами, обеспечивающими снижение давления на дорогу. Подвеска автомобиля при этом должна придавать необходимую плавность ходу.

Трансмиссия автомобилей должна обеспечивать возможность движения в широком диапазоне скоростей (от 5... 10 км/ч при движении по стерне, пахоте при совместной работе с сельскохозяйственными механизмами до 70 км/ч и более при движении по дорогам), тяговые качества автомобилей — возможность их работы с прицепами.

5.9.4. Перевозки грузов торговли и общественного питания

Характерной особенностью этого вида перевозок является многообразие грузов, различающихся по плотности, условиям перевозки и т. д. Более 60 основных видов продовольственных товаров и 70 промышленных перевозится автомобильным транспортом для этой отрасли. Перевозки, как правило, мелкопартионные, уровень механизации погрузочно-разгрузочных работ низок.

Грузы торговли и общественного питания в большинстве своем специфичны: требуют защиты от атмосферных влияний, определенного температурного режима, чистоты транс-

портных средств, высокой культуры всего транспортного процесса. Стоимость перевозимых грузов высокая. Поэтому ускорение доставки их по назначению, сохранение качества дает народному хозяйству миллионы рублей экономии (издержки обращения составляют более 1 % стоимости товаров).

Автомобили, перевозящие грузы торговли и общественного питания, работают в основном на дорогах с твердым покрытием (за исключением доставки товаров в сельскую торговую сеть). Большая часть перевозок осуществляется в городских условиях, значительный грузооборот промышленных и продовольственных товаров имеет место также в междугородном сообщении. Широко распространен централизованный вывоз грузов с предприятий-изготовителей, станций железных дорог, пристаней, торговых оптовых баз.

Рассмотренные особенности перевозок грузов определяют следующие требования к подвижному составу.

Для перевозки грузов торговли и общественного питания требуется, во-первых, широкий типаж специализированного по видам груза подвижного состава. Основная часть грузов перевозится в фургонах, которые можно подразделить на универсальные и специальные. К универсальным относятся фургоны общего назначения, служащие для перевозки грузов, не требующих специальных условий при перевозке. К специальным относятся фургоны изотермические, с холодильными установками (рефрижераторы), фургоны для перевозки хлебобулочных и кондитерских изделий, одежды и т. д.

Фургоны общего назначения должны удовлетворять ряду особых требований, основные из которых следующие:

внутренняя форма кузова с целью обеспечения наилучшего размещения груза в стандартной таре должна быть прямоугольной. Пол по возможности должен быть гладким, без надколесных ниш, которые ограничивают использование внутреннего пространства кузова. При этом внутренние размеры кузова-фургона должны соответствовать габаритным размерам стандартных контейнеров, поддонов и другой стандартной тары. Выполнение погрузочно-разгрузочных работ внутри фургона грузчиками должно производиться в полный рост, что может достигаться также применением поднимающихся или сдвигающихся крыш фургонов;

фургоны должны иметь, как правило, две двери: сзади и с правой стороны по ходу движения. Ширина проема боковой двери фургонов-автомобилей грузоподъемностью 4,5 т и выше, а также прицепов и полуприцепов должна

быть не менее 1,3 м. Двери могут быть створчатыми, сдвижными и в виде жалюзи. Угол открывания створчатых задних дверей — 270°, боковых — 180°. Ширина и высота проема задней двери равна внутренней ширине и высоте кузова фургона. Для повышения уровня механизации погрузки — разгрузки фургоны могут оборудоваться различными погрузочно-разгрузочными механизмами (транспортерами, погрузчиками, рольгангами и др.);

фургоны, имеющие погрузочную высоту более 0,5 м, должны оборудоваться устройствами для доступа внутрь грузового помещения. При этом подножки не должны выступать за габариты кузова и мешать подъезду транспортного средства вплотную к месту погрузки — разгрузки. Пол кузова фургона-автомобиля грузоподъемностью 4,5 т и выше, а также прицепов и полуприцепов должен обеспечивать возможность въезда внутрь вилочного погрузчика с грузом общей массой не менее 2500 кг. Погрузочная высота фургонов для автомобилей — 0,7; 0,9; 1,1; 1,2; 1,25; 1,3 м, прицепов — 1,3; 1,35 м, полуприцепов — 1,3; 1,45 м;

объем и площадь кузова фургона должны обеспечивать максимально полное использование грузоподъемности базовой модели при перевозке грузов, для которых она предназначена. Снаряженная масса фургона, отнесенная к грузоподъемности, должна быть как можно меньшей;

материал внутренней облицовки фургона должен удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям (удобство мойки, дезинфекция, отсутствие вредного влияния на груз);

кузова фургонов должны иметь внутреннее освещение, причем устройство и расположение плафонов исключает возможность их повреждения грузом;

кузова фургонов должны оснащаться системой вентиляции, а их конструкция исключать возможность попадания внутрь пыли, влаги, отработавших газов, паров топлива из системы питания двигателя.

К специальным фургонам предъявляются те же требования, что и к фургонам общего назначения, и, кроме того, дополнительные, определяемые специфическими свойствами перевозимых грузов.

В ряду специальных фургонов следует выделить прежде всего подвижной состав, предназначенный для перевозки скоропортящихся грузов. Это изотермические фургоны, автомобили- и автопоезда-рефрижераторы. Изотермические кузова могут не иметь специального оборудования и оснащаться временными источниками холода (например, использование сухого льда), системами обогрева внутреннего по-

мещения, хранения перевозимых продуктов (например, свежей зелени). Автомобили и автопоезда-рефрижераторы с установками, самостоятельно вырабатывающими холод, могут использоваться для перевозки скоропортящихся продуктов на любые расстояния. Привод установок (чаще всего фреоновых холодильных) осуществляется от двигателя автомобиля, отдельного двигателя внутреннего сгорания или электродвигателя. Установки позволяют регулировать температуру внутри кузова в пределах от −20 до +12 °С.

Изотермический кузов, как правило, представляет собой деревянный или деревометаллический каркас с наружной и внутренней обшивкой и термоизоляцией. В последнее время стали применять цельнометаллические изотермические кузова. Большие перспективы в кузовостроении имеет стеклопластик, позволяющий в два раза и более снизить собственную массу кузова-фургона.

Изотермические кузова-фургоны в сравнении с фургонами общего назначения должны дополнительно отличаться высокими теплотехническими качествами, надежным уплотнением дверей, повышенными антикоррозионными свойствами применяемых материалов и удобством санитарной обработки грузового помещения.

К специальным фургонам относятся и автомобили-мебелевозы. Основные требования, которым они должны удовлетворять: герметичный кузов, защищающий груз от пыли, грязи, влаги; ровный гладкий пол; минимальная погрузочная высота; возможность надежного закрепления мебели; достаточная внутренняя высота кузова; как можно большая вместимость кузова.

Широкое применение находит специализированный подвижной состав с кузовами-цистернами для бестарной перевозки сыпучих и жидких пищевых продуктов: муковозы, сахаровозы, молоковозы и т. д. В зависимости от свойств груза различаются способы разгрузки: самосвальный, пневматический (для сыпучих продуктов), самотеком, под давлением (для жидких).

Обилие мелкопартионных отправок требует значительного количества подвижного состава особо малой и малой грузоподъемности.

В связи с тем что подвижной автомобильный состав, предназначенный для перевозки грузов торговли и общественного питания, работает преимущественно в городских условиях, к его конструкции предъявляются повышенные требования в отношении снижения токсичности и шумности. Это требование усиливается еще и в связи с заездами авто-

мобилей внутрь закрытых складских помещений для погрузки — разгрузки.

Перспективно применение городских грузовых электромобилей для мелкопартионных перевозок грузов торговли, системы общественного питания, а также почтовых, различных грузов службы быта. Технические характеристики современных электромобилей (грузоподъемность, собственная масса, максимальная и эксплуатационная скорости, запас хода и т. д.) в основном уже удовлетворяют условиям рассматриваемых видов перевозок грузов (размер партии, среднесуточный пробег, частые остановки и значительные простои под погрузкой — разгрузкой, когда возможна подзарядка аккумуляторных батарей, требуемая в условиях города средняя техническая скорость).

5.10. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ АВТОБУСОВ

5.10.1. Городские автобусные перевозки

Автобусный транспорт как наиболее массовый и маневренный получил широкое распространение (табл. 5.2) [8].

Дальнейшее развитие городских автобусных перевозок направлено на более полное и своевременное удовлетворение потребностей населения в передвижении, повышение качества и культуры обслуживания пассажиров. Достижение этой цели в значительной степени зависит от того, в какой мере конструкция городского автобуса удовлетворяет требованиям условий эксплуатации.

Основными особенностями, характеризующими городские автобусные перевозки, являются:

мощные, изменяющиеся в течение суток, пассажиропотоки с возможными перегрузками автобусов в часы пик;

малая средняя дальность поездки пассажиров (3...6 км), большой пассажирообмен на остановках при ограниченном

Табл. 5.2. **Распределение объема пассажирских перевозок по видам транспорта в городах СССР**

Подвижной состав	Объем пассажирских перевозок по годам, %			
	1975	1976	1977	1980
Автобус	58,2	58,1	58	57,5
Троллейбус	17,3	17,6	17,8	18,1
Трамвай	18	17,6	17,3	16,7
Метро	6,5	6,7	6,9	7,7

времени на посадку — высадку. Средняя продолжительность поездки пассажира составляет 10...15 мин;

. регулярность перевозок, по расписанию с небольшими интервалами движения (3...10 мин). Постоянство маршрутов при небольшой их длине (от 3 до 20 км);

небольшие расстояния между остановочными пунктами маршрута (в застроенной части города — 300...500 м). Это, а также наличие большого количества перекрестков обусловливает частые остановки, что в свою очередь определяет преимущественно неустановившийся режим движения и работы двигателя;

городской автобус работает в условиях интенсивного движения, часто в стесненных условиях, на маршруте имеет место большое количество поворотов малого радиуса. Эксплуатационная скорость движения в условиях города составляет 17...19 км/ч, максимальная скорость ограничена правилами дорожного движения, а также интенсивностью движения на улицах.

Характерные для городских автобусов условия эксплуатации определяют соответствующие требования к их конструкции.

Мощные пассажиропотоки больших и средних городов требуют автобусов большой вместимости. Это обстоятельство, а с другой стороны, повышенные требования к маневренным свойствам городского транспорта определяют важность рационального использования габаритных размеров автобусов. Поэтому кузова городских автобусов, как правило, вагонного типа, что позволяет более полно использовать их полезную площадь и улучшать обзорность для водителя. Увеличить вместимость при сравнительно малой площади позволяет также применение двухэтажных автобусов. Важное значение имеет планировка пассажирского салона, порядок размещения и размеры сидений, количество и ширина дверей. ГОСТ 10022—75 с учетом рекомендаций по стандартизации стран-членов СЭВ устанавливает для городских автобусов норму площади на одного сидячего пассажира — не менее 0,315 м² и на одного стоящего — не менее 0,2 м² (в часы пик — до 0,125 м²) свободной площади пола салона. Увеличению общей вместимости городских автобусов способствует введение трехрядной планировки сидений, наличие накопительных площадок на входе и выходе. На рис. 5.21 показаны планировки городских автобусов ЛАЗ-4202 (среднего класса) и ЛиАЗ-677 (большого класса).

При расчете кузова, ходовой части автобуса необходимо

исходить из имеющих место перегрузок в часы пик, когда наполнение автобуса может составить 10 человек на 1 м² свободной площади пассажирского салона. Значительные колебания мощности пассажиропотоков на городских маршрутах в течение суток, а также разная их величина на маршрутах в городах с различной численностью населения вы-

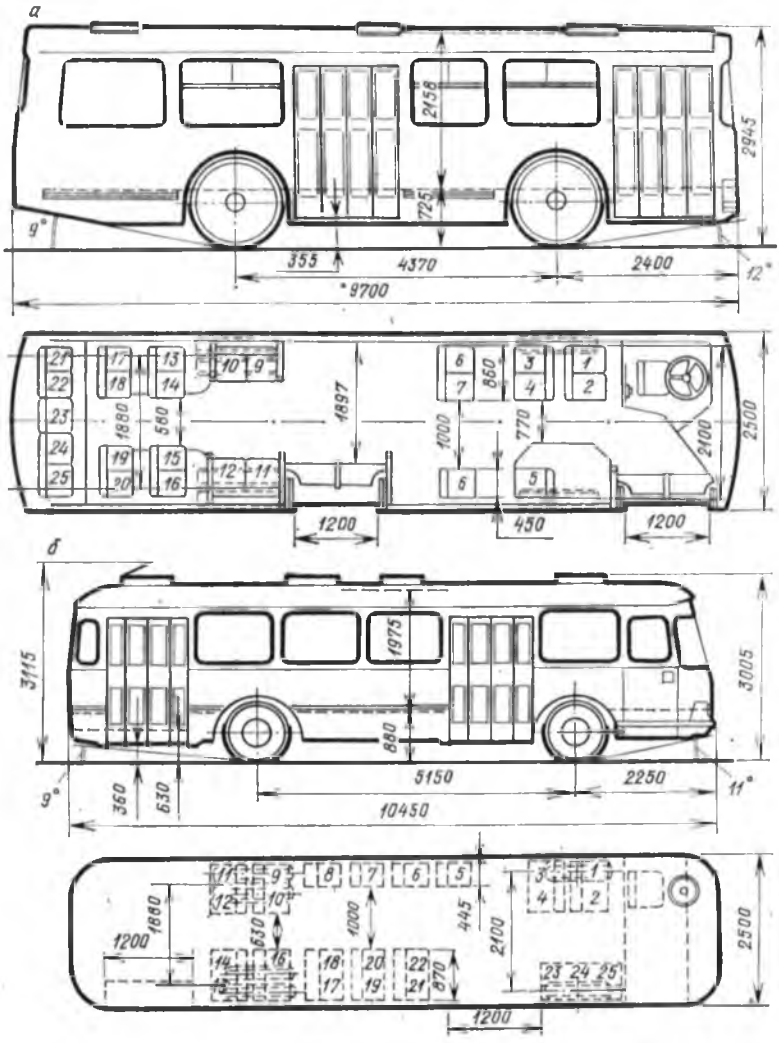


Рис. 5.21. Планировка автобуса:
а — ЛАЗ-4202; *б* — ЛиАЗ-677

зывают необходимость в выпуске городских автобусов разной вместимости: малой, средней, большой и особо большой, а также автобусных поездов (автобусов с прицепами). Такая структура автобусного парка позволяет эффективно использовать подвижной состав, в частности с обеспечением минимальных интервалов движения даже во внепиковые периоды.

Высокий пассажирообмен на остановках определяет необходимость обеспечения максимальных удобств для пассажиров при входе в автобус и выходе из него и минимального времени стоянки автобуса на остановочных пунктах. Для удовлетворения этого требования кузова городских автобусов должны иметь широкие проходы, вместительные накопительные площадки, широкие двухстворчатые двери (не менее двух) и низкий пол, что позволяет устранвать не более двух ступенек на входе и выходе.

Несмотря на кратковременность пребывания пассажира в городском автобусе, конструкция последнего должна обеспечивать высокую комфортабельность поездки. Это обеспечивается за счет увеличения количества удобных мест для сидения. В современных городских автобусах количество мест для сидения составляет около 30...40 % от общей вместимости. При этом сидения проектируют ограниченных размеров, устанавливают их с минимальным шагом. По мере насыщения автобусного парка городские автобусы будут конструироваться с бо́льшим удельным весом комфортабельных мест. Облицовка стоек, ручек, поручней пластмассой или другими неметаллическими материалами будет способствовать исключению неприятных ощущений при соприкосновении с металлом, особенно в холодное время года. Улучшатся вентиляция и отопление пассажирского салона, обзорность как для сидящих, так и для стоящих пассажиров (что зависит от высоты окон автобуса).

Более высокие требования предъявляются к планировке и оснащению рабочего места водителя. Управление автобусом должно быть максимально упрощено и облегчено, что достигается применением автоматических трансмиссий, усилителей рулевого управления и тормозов, устройством световой сигнализации маневрирования не только спереди и сзади, но и по сторонам и т. д.

Городские автобусы должны обладать высокими тормозными качествами и динамичностью. Повышенные требования предъявляются к такому эксплуатационному качеству, как безопасность конструкции, в частности к шумности и токсичности двигателей.

5.10.2. Пригородные автобусные перевозки

К пригородным автобусным перевозкам относятся массовые перевозки пассажиров в пригородных зонах. Для них характерно следующее: большие колебания пассажиропотока в течение суток, с резким возрастанием в периоды по-

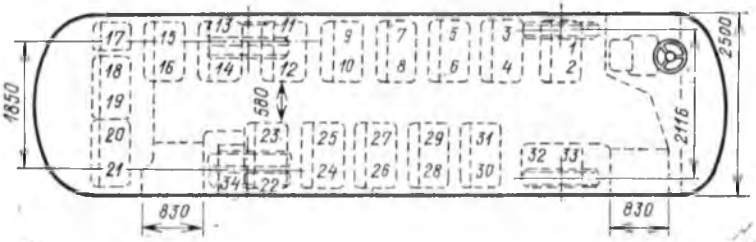


Рис. 5.22. Планировка пригородного автобуса ЛАЗ-695Н

ездок на работу и обратно, а также в предвыходные и выходные дни при массовых выездах населения в зоны отдыха, когда имеет место явно выраженный односторонний пассажиропоток; длина маршрута — 20...25 км, наибольшая — до 50 км; средняя дальность поездки пассажира — 10...12 км; менее благоустроенные по сравнению с городскими улицами дороги.

Конструкция пригородных автобусов должна удовлетворять ряду требований, вытекающих из особенностей эксплуатации. Число мест для сидения в пригородных автобусах должно быть большим, чем в городских. В пассажирском салоне предусматриваются места для размещения багажа, сетки над сидениями для портфелей, сумок. Нет необходимости в широких проходах, вместительных накопительных площадках, двери можно делать уже и их количество меньше. На рис. 5.22 приведена планировка пригородного автобуса ЛАЗ-695Н.

К пригородным автобусам предъявляются менее жесткие требования в отношении динамичности, однако их максимальная скорость должна быть больше, чем у городских автобусов. Повышенные требования предъявляются к проходимости и подвеске пригородных автобусов.

Характер пассажиропотоков в пригородных перевозках (их односторонность в определенное время суток) делает целесообразным использование на пригородных маршрутах специальных автобусов с прицепами, формирование автобусных поездов в сторону массового пассажиропотока.

5.10.3. Сельские пассажирские перевозки

К этому виду относятся перевозки пассажиров внутрирайонные и межрайонные, а также внутриколхозные и внутрисовхозные. Характерными их особенностями являются: относительно большая средняя дальность поездки пассажиров, незначительный пассажирообмен, редкие остановки; наличие у пассажиров багажа и ручной клади; прохождение большой части маршрутов по грунтовым размокаемым дорогам; выполнение перевозок частично в период сумерек и ночное время по неосвещенным дорогам.

Все более массовое развитие автобусных сельских перевозок требует выпуска специального типажа сельских автобусов, включающего в основном автобусы малой и средней вместимости, повышенной и высокой проходимости. Для сельских перевозок требуются специальные школьные автобусы, грузопассажирские различной вместимости, автобусные поезда, состоящие из автомобилей-тягачей и пассажирских полуприцепов. Назначение автобусных поездов может быть многоцелевым. Например, автомобиль-тягач, доставивший на поле, ферму полуприцеп, может использоваться для выполнения различных сельскохозяйственных работ; полуприцеп может служить в качестве столовой в обеденный перерыв, для хранения чистой одежды, для укрытия от дождя и т. д. Автобусы, предназначенные для сельских перевозок, должны иметь высокую плавность хода, кузов и его основание отличаться повышенной прочностью, салон — повышенной герметичностью.

5.10.4. Междугородные автобусные перевозки

Для междугородных автобусных перевозок характерно: дальность поездки пассажиров — 200...300 км и более; относительно редкие остановки, большая продолжительность нахождения пассажира в пути; работа по расписанию, в том числе в ночное время; наличие у пассажиров багажа и ручной клади; хорошие дороги преимущественно с усовершенствованными покрытиями.

Конструкция автобуса для междугородных перевозок должна обеспечивать высокие удобства пассажирам в пути следования, в том числе и в ночное время. Это может быть достигнуто за счет следующих основных конструктивных особенностей и свойств: высокой плавности хода, обеспечивающей хорошее самочувствие пассажиров при длительном безостановочном движении с высокими скоростями; нали-

чия удобного и просторного сидения для пассажиров, имеющего спинку со специальными подголовниками, с подлокотниками, с механизмом регулирования наклона спинки, просторных отсеков для перевозки багажа, специальных сеток над сидениями пассажиров для сумок и портфелей; хорошей вентиляции или при помощи установок для кондиционирования воздуха; надежной герметизации салона, предотвращающей проникновение в него газов от двигателя. Желательно заднее расположение двигателя; общее и индивидуальное у каждого кресла освещение, радиофикация, установка телевизора.

С целью обеспечения условий для рациональной организации труда водителей, высокой скорости сообщения при соблюдении безопасности движения для перевозок пассажиров на большие расстояния целесообразно использовать автобусные поезда, состоящие из автомобиля-тягача и пассажирского полуприцепа высокой комфортабельности.

Широкое развитие международных автобусных сообщений ставит задачу выпуска специальных автобусов, отличающихся от междугородных более высоким уровнем предоставляемого пассажирам комфорта в пути следования.

5.11. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРЕБОВАНИЯ К ИХ КОНСТРУКЦИИ

5.11.1. Перевозки пассажиров на автомобилях-такси

Таксомоторные перевозки легковыми автомобилями по сравнению с массовыми городскими (автобусы, троллейбусы, трамваи) имеют ряд преимуществ: отсутствие привязки к постоянным маршрутам, возможность поездки «от двери до двери», перевозки большого количества багажа, значительно бо́льшая скорость перемещения.

Для легковых автомобилей-такси характерно:

использование в течение 10...14 ч в сутки во все дни недели с большими среднесуточными (до 300 км) и годовыми (до 80 тыс. км) пробегами;

среднесуточное количество ездок с пассажирами — около 30 при среднем расстоянии ездки 5...6 км;

работа в основном в черте города в условиях интенсивного движения с частыми остановками;

большое число операций по управлению автомобилем на 1 км пробега: количество выключений сцепления — 6,5

переключений передач — 5,4, торможений — 4,4, кроме того, за рабочий день водитель 300...380 раз включает стартер, 250...300 раз пускает двигатель, 100...150 раз открывает и закрывает дверь [19]. Это приводит к более интенсивному изнашиванию автомобилей-такси;

распределение поездок на автомобилях-такси по числу перевозимых пассажиров следующее: с одним пассажиром — 40...45% суточного числа поездок, с двумя — 35...40%, с тремя — 10...15%, с четырьмя — 5...10%, при этом поездки с багажом составляют 15...20% общего количества поездок [8].

В СССР в качестве легковых автомобилей-такси используются в основном пяти-, семиместные автомобили ГАЗ-24 «Волга», ГАЗ-24-02 «Волга». Их неприспособленность для таксомоторных перевозок сказывается в неудобстве посадки и высадки пассажиров, перевозки багажа, в том, что место водителя не изолировано от пассажиров, велика максимальная скорость. Особые условия эксплуатации автомобилей-такси требуют выпуска специальных легковых автомобилей. Парк таксомоторного транспорта должен иметь два типа автомобилей: автомобили-такси малой вместимости для двух-трех пассажиров (основной тип) и большой вместимости для четырех — шести пассажиров (дополнительный тип). Место водителя должно быть изолировано от пассажирского салона перегородкой, рядом с ним целесообразно располагать багажное отделение и откидное сидение, убирающееся в пол кузова при наличии багажа. Двери автомобиля-такси должны быть шире, чем у обычных автомобилей, и раздвижными в целях экономии площади на стоянках в гараже и на улицах, а также для повышения безопасности движения.

Высокие требования предъявляются к автомобилям-такси в отношении их динамичности (должна быть обеспечена высокая техническая скорость в условиях городского движения, при этом максимальная скорость требуется не выше 80...90 км/ч), а также топливной экономичности при неустановившемся режиме движения и токсичности двигателей.

Автомобили-такси по сравнению с легковыми автомобилями массового производства должны иметь конструкцию с более высокой надежностью и прочностью. Особенно это касается тормозов, сцепления, стартера, аккумуляторной батареи, арматуры кузова. Высокая надежность конструкции автомобиля-такси обусловливает минимальные расходы на его содержание, техническое обслуживание и ремонт, обеспечивая снижение себестоимости перевозок. Предпола-

гаемый рост таксомоторных перевозок в сельской местности связывается с необходимостью выпуска специального легкового автомобиля-такси высокой проходимости.

5.11.2. Перевозки легковыми автомобилями личного пользования

Эксплуатация легковых автомобилей личного пользования имеет ряд особенностей. Среднегодовой их пробег составляет в среднем 9...10 тыс. км, при этом в зависимости от природно-климатической зоны основная часть автомобилей используется, как правило, в течение 5...7 месяцев в году. В зимний период эксплуатируется лишь 10...15% парка легковых автомобилей. Поездки на автомобилях личного пользования совершаются в городских условиях, за городом, в сельской местности, возможны также дальние поездки в течение длительного периода (например, во время отпуска). Среднесуточный пробег автомобиля в городе составляет 30...40 км, за его пределами — 80...120 км.

Владельцы легковых автомобилей личного пользования в большинстве являются водителями-любителями, имеющими сравнительно небольшой опыт вождения автомобиля, его обслуживания и ремонта. Хранятся автомобили в основном в неотапливаемых гаражах, а также на открытых площадках.

Особенности использования автомобилей этой группы определяют следующие основные требования к их конструкции:

максимальная простота и легкость управления автомобилем, минимальная потребность в техническом обслуживании. Периодичность различных работ ТО (смазочных и т. д.) должна быть такой, чтобы не требовалось проведение обслуживания чаще одного раза в год;

наличие блокировки замков дверей, препятствующей открыванию их без участия водителя;

возможность установки легких сеток при опущенных стеклах дверей кузова для защиты от различных насекомых, переоборудования сидений и спинок в места для лежания;

высокая топливная экономичность при езде в городе и за его пределами;

хорошая динамика, обеспечивающая высокую среднюю скорость при движении в городе и высокую максимальную скорость при движении за городом по дорогам с усовершенствованными покрытиями;

приспособленность для безгаражного хранения, это особенно относится к кузову;

возможность установки оборудования, приборов, обеспечивающих дополнительные удобства при использовании автомобиля: часов, радиоприемника, пускового подогревателя, съемных утеплительных чехлов, буксирного прибора (для легкого одноосного прицепа), дополнительного багажника и т. д.

ГЛАВА 6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, РЕМОНТ И ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ ИХ ВЫПОЛНЕНИИ

6.1. ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АВТОМОБИЛЯ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

6.1.1. Физические основы изменения технического состояния автомобилей в процессе эксплуатации

Автомобиль, как любое сложное техническое устройство, представляет упорядоченную, характеризуемую вполне определенной структурой совокупность определенного количества совместно действующих, связанных между собой элементов (агрегатов, механизмов, узлов), которые в свою очередь состоят из простейших составных частей (сопряжений, деталей) — структурных элементов. Структурные элементы находятся во взаимосвязи, взаимодействии между собой, а также со средой. Различные величины (геометрические, механические, электрические и др.), определяющие эти взаимосвязи между структурными элементами и функционирование структуры в целом, называются *структурными параметрами* или *параметрами технического состояния.* Например, для сопряжения шейка вала — подшипник структурными параметрами будут размеры сопряженных поверхностей шейки вала и подшипника, овальность, конусность, соосность и т. д. В процессе эксплуатации автомобиля вследствие ряда причин происходит постепенное изменение структурных параметров.

Номинальное значение структурного параметра устанавливается и обеспечивается заводом-изготовителем согласно утвержденным техническим условиям. Совокупность номинальных значений структурных параметров характеризует технико-эксплуатационные качества нового изделия (нового автомобиля, агрегата).

Предельное значение структурного параметра соответствует или полной потере работоспособности объекта, или такому уровню технико-эксплуатационных свойств, при котором дальнейшая эксплуатация объекта становится недопустимой по технико-экономическим соображениям.

Допустимое значение структурного параметра соответ-

ствует состоянию объекта еще работоспособного, но уже характеризуемого пониженными технико-эксплуатационными свойствами. В таком состоянии объект может доработать до очередного технического обслуживания без ремонта.

Совокупность количественных значений структурных параметров объекта, характеризующая уровень его работоспособности, определяет техническое состояние объекта.

Состояние объекта, определяемое совокупностью значений структурных параметров, не достигших еще допустимого уровня, соответствует *исправному техническому состоянию*. Состояние объекта, при котором значение какого-либо структурного параметра превысило допустимый уровень, называется *неисправным техническим состоянием*. Эксплуатация объекта, находящегося в неисправном состоянии, сопровождается дальнейшим интенсивным изменением структурных параметров, что может привести к отказу, т. е. потере работоспособности.

Таким образом, можно различать три технических состояния объекта (автомобиля, агрегата): исправное; неисправное, но еще работоспособное; неисправное неработоспособное [9].

Изменение технического состояния автомобилей является следствием различных вредных, разрушительных процессов, протекающих в агрегатах и системах автомобиля в период его эксплуатации. К таким процессам относятся изнашивание рабочих поверхностей деталей, развитие усталостных явлений в материале деталей, накопление внутренних напряжений в деталях, старение, различные виды коррозии. Вредные процессы в машинах неизбежны, полностью устранить их не представляется возможным. Однако интенсивность протекания этих процессов, влияющая на характер изменения технического состояния автомобиля во времени, зависит от многих факторов и поддается регулированию, ее можно уменьшать разными способами и в разные периоды службы автомобиля.

Интенсивность вредных процессов зависит от погрешностей в самой машине (например, от неуравновешенности вращающихся масс, нарушения взаимного расположения деталей в узлах и механизмах, несоблюдения режима старения литых заготовок корпусных деталей) и от эксплуатационных условий (например, нарушения нагрузочного или теплового режима и др.). Она зависит также от технического состояния самой машины. Например, изнашивание рабочих поверхностей деталей подвижных сопряжений приводит к росту зазора в сопряжении, что в ряде сопряжений

вызывает повышение динамических нагрузок на детали и ускорение их изнашивания.

С целью уменьшения отрицательного воздействия вредных процессов на работоспособность автомобиля необходимо знание сущности явлений, которыми они сопровождаются.

6.1.2. Изнашивание деталей как основная причина ухудшения технического состояния автомобиля

Изнашивание — это процесс разрушения и отделения материала с поверхности твердого тела и (или) накопления его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и (или) формы тела. В тонких поверхностных слоях под воздействием сил трения и внешней среды происходят сложные физико-химические процессы, определяющие скорость и характер изнашивания.

Детали автомобилей работают в различных условиях трения. В зависимости от состояния трущихся поверхностей и наличия смазочного материала между ними различают (ГОСТ 23.002—78) трение без смазочного материала и трение со смазочным материалом.

Трение без смазочного материала — это трение двух тел при отсутствии на поверхности трения введенного смазочного материала любого вида. Это трение сопровождается повышенными температурами, возникающими на участках контакта поверхностей, что может вызывать пластическую деформацию поверхностных слоев металла, интенсивное изнашивание, проявление схватывания в отдельных точках контакта, являющегося наиболее разрушительным видом изнашивания. Трение без смазочного материала характерно для таких деталей автомобиля, как диски сцепления, тормозной барабан и накладки тормозных колодок и др.

Действие смазочного материала, в результате которого между двумя поверхностями уменьшается сила трения и (или) интенсивность изнашивания, называется смазкой. В зависимости от вида смазочного материала и его состояния для деталей автомобиля характерны следующие виды смазки: жидкостная, полужидкостная, граничная. Жидкостная смазка имеет место между двумя поверхностями, разделенными слоем жидкости, в котором проявляются ее объемные свойства. При этом виде смазки поверхности деталей полностью разделены слоем смазочного материала, непосредственный контакт между ними отсутствует, трение ме-

таллических поверхностей заменяется внутренним трением в жидкости, которое значительно меньше трения между твердыми телами (без смазочного материала), так как молекулы жидкости обладают значительно меньшим взаимным притяжением по сравнению с молекулами твердых тел. При жидкостной смазке износ оказывается минимальным.

Жидкостная смазка характерна для пары подшипник — шейка коленчатого или распределительного валов при нормальном режиме работы и постоянной частоте вращения, а также для других сопряжений, смазываемых маслом под давлением. При неблагоприятных условиях смазка в таких сопряжениях может, однако, переходить в граничную.

При граничной смазке трение и износ между поверхностями, находящимися в относительном движении, определяются свойствами поверхностей и свойствами смазочного материала, отличными от объемных. Граничная смазка может иметь место при наличии на поверхностях трения весьма тонкого масляного слоя толщиной примерно 0,1 мкм (в таком слое жидкость обладает свойствами, отличающимися от объемных). Действие смазочного материала при граничной смазке зависит не только от вязкости масла, но и от наличия в нем поверхностно-активных молекул, обладающих способностью адсорбироваться на трущихся поверхностях. Благодаря этому граничная пленка смазывающих веществ удерживается на металлической поверхности очень прочно, что замедляет процесс изнашивания, особенно при небольших нагрузках.

Свойства граничной пленки зависят от температуры. При некоторой критической температуре вследствие интенсивного теплового движения молекул происходит дезориентация молекул граничной масляной пленки, что приводит к изменению ее свойств, потере пленкой способности сопротивляться выдавливанию. В этом случае резко увеличиваются коэффициент трения и интенсивность изнашивания, а поверхностно-активные вещества, проникая в микротрещины поверхностного слоя, создают в них расклинивающее давление, способствуют расширению и удлинению трещин (эффект акад. П. А. Ребиндера). При этом происходит разрыхление поверхностного слоя металла, понижение его твердости и прочности.

Таким образом, при граничной смазке влияние смазочного материала на состояние поверхностей трения проявляется двояко: с одной стороны, создание на поверхности прочной граничной пленки, с другой (при разрушении

пленки при больших температурах и давлениях), разрыхление поверхностного слоя металла, уменьшение его прочности.

Граничная смазка характерна для зубьев шестерен агрегатов трансмиссии, шариковых и роликовых подшипников и др.

Практически при работе сопряжений автомобиля в них наблюдаются не только отмеченные виды смазки, но и смешанные, периодически переходящие один в другой.

В результате трения изнашивание поверхностей может протекать по-разному, с различной интенсивностью, что зависит от многих факторов: нагрузки на поверхности трения; величины зазора между трущимися поверхностями; твердости и чистоты обработки поверхностей; скорости относительного перемещения трущихся деталей; вязкости, температуры, чистоты масла и т. д.

6.1.3. Виды изнашивания деталей

Различают три группы видов изнашивания: механическое, коррозионно-механическое и изнашивание при действии электрического тока.

В свою очередь механическое изнашивание включает: абразивное, гидроабразивное (газоабразивное), эрозионное, гидроэрозионное (газоэрозионное), усталостное, кавитационное, изнашивание при фреттинге, изнашивание при заедании; коррозионно-механическое подразделяется на окислительное и изнашивание при фреттинг-коррозии.

Из имеющих место в сопряжениях автомобиля механических видов изнашивания абразивное является основным. Оно возникает вследствие режущего или царапающего действия абразивных частиц, находящихся между поверхностями трения и попадающих в зону трения извне или являющихся продуктами изнашивания. Абразивному изнашиванию подвергаются детали цилиндропоршневой группы при попадании в цилиндры пыли вместе с запыленным воздухом, зубья шестерен и подшипники агрегатов трансмиссии, сопряжения деталей ходовой части и рулевого управления. Интенсивность абразивного изнашивания зависит от механических свойств материала деталей, давления в паре трения, скорости скольжения при трении, режущих свойств абразивных частиц. Эффективными путями снижения абразивного изнашивания являются: правильный подбор материала трущихся деталей; предохранение трущихся поверхностей от попадания абразивных частиц; своев-

временное удаление продуктов изнашивания с трущихся поверхностей.

Гидроабразивное (газоабразивное) изнашивание возникает в результате воздействия твердых частиц, увлекаемых потоком жидкости (газа). Такой вид изнашивания деталей топливных, масляных и водяных насосов, гидроприводов тормозов нередко проявляется вместе с эрозионным изнашиванием вследствие воздействия на поверхность трения потока жидкости (газа). Трение потока жидкости (газа) о металл вызывает разрушение окисной пленки и способствует коррозионному разрушению материала, которое усиливается при действии абразивных частиц и микроударах в случае возникновения кавитации. Кавитационное изнашивание происходит в потоке жидкости в результате многократных микроударов образующихся и разрушающихся кавитационных полостей.

Усталостное изнашивание происходит в результате повторного деформирования микрообъемов материала поверхностного слоя, приводящего к возникновению трещин и отделению частиц. Оно наиболее характерно для трения качения (рабочие поверхности подшипников качения, зубьев шестерен). Снижают интенсивность этого вида изнашивания применением специальной обработки деталей (предварительный наклеп, термохимическая обработка и др.).

Изнашивание при заедании является следствием одновременного механического взаимодействия поверхностей и действия молекулярных или атомарных сил. Оно может иметь место в результате схватывания, молекулярного сцепления материалов в местах контакта, последующего разрушения этой связи с глубинным вырыванием материала и переносом его с одной поверхности на другую. С целью уменьшения интенсивности изнашивания при заедании прибегают к поверхностному упрочнению деталей, наносят на них специальные покрытия, обеспечивают обильное смазывание поверхностей и т. д.

Коррозионно-механическое изнашивание происходит в результате механического воздействия, сопровождающегося химическим и (или) электрическим взаимодействием материала со средой.

Для окислительного изнашивания характерно наличие на поверхности трения защитных пленок, образующихся в результате химического взаимодействия материала с кислородом воздуха или окисляющей средой. В этих пленках в результате многократного нагружения и появления внутренних напряжений возникают и развиваются микротре-

щины, затем происходит ослабление связей на поверхности раздела и отслаивание пленки. Последующее механическое воздействие приводит к ее разрушению. На обнаженных участках процесс повторяется вновь. Окислительное изнашивание характерно для шеек коленчатых валов, гильз цилиндров, поршневых пальцев, зубьев шестерен и т. д.

Изнашивание при фреттинг-коррозии характерно для соприкасающихся тел при малых колебательных относительных перемещениях. Фреттинг-коррозия возникает при трении скольжения с очень малыми возвратно-поступательными перемещениями в условиях динамических нагрузок. Динамический характер нагружения обусловливает резкое повышение градиента деформации и температур, окисление и схватывание поверхностей. Изнашивание при фреттинг-коррозии наблюдается в посадочных поверхностях подшипников поворотных цапф, шестерен, в болтовых и заклепочных соединениях рам и т. д.

Электроэрозионное изнашивание — это эрозионное изнашивание поверхности в результате воздействия разрядов при прохождении электрического тока.

Большинство деталей автомобиля подвергается обычно совокупному воздействию различных видов изнашивания в зависимости от конструктивно-технологических и эксплуатационных факторов. Но, как правило, для каждого сопряжения характерен основной вид изнашивания, определяющий износостойкость деталей и в большинстве случаев лимитирующий время безотказной работы сопряжения.

6.1.4. Закономерность изнашивания сопряженных деталей

В результате изнашивания сопряженных поверхностей имеет место их износ. В соответствии с ГОСТ 23.002—78 под износом следует понимать результат изнашивания, определяемый в установленных единицах. Его значение может выражаться в единицах длины, объема, массы и др. В процессе нормальной эксплуатации автомобиля имеет место естественное изнашивание его деталей.

Несмотря на то что на процесс изнашивания оказывают влияние множество случайных факторов, ему присущ ряд общих закономерностей: процесс изнашивания непрерывен, т. е. за малые промежутки времени работы сопряжения износ его деталей может получить только малые приращения; график износа представляет собой монотонно возра-

стающую кривую; в общем случае на кривой износа можно выделить три характерных периода — приработки, нормального эксплуатационного износа, аварийного износа.

На рис. 6.1 виден характер протекания процесса изнашивания сопряженных деталей во времени (в зависимости от пробега автомобиля). Первый период работы сопряже-

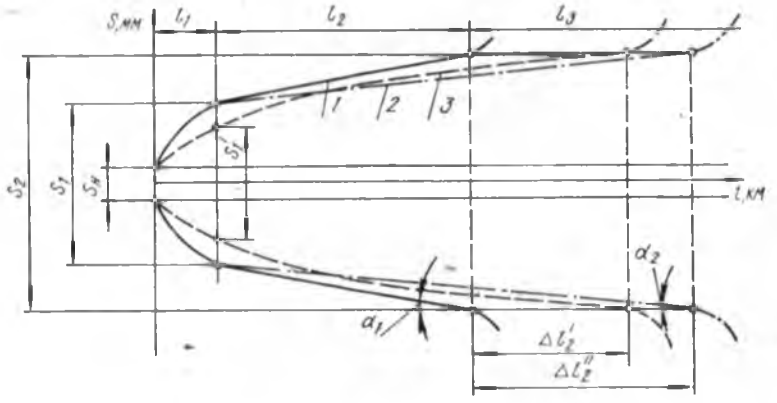


Рис. 6.1. Характер протекания процесса изнашивания сопряженных деталей:

1 — при скорости изнашивания l_1; *2* — при скорости изнашивания $l_2 < l_1$; *3* — при зазоре в конце приработки $S_1' < S_1$

ния l_1 (период приработки) характеризуется интенсивным изнашиванием сопрягаемых поверхностей, что объясняется наличием на поверхностях трения микро- и макронеровностей, оставшихся после механической обработки, несовершенством сборки (перекосы, несоосность и т. д.). В результате этого фактическая площадь опорной поверхности в сопряжениях во много раз меньше геометрической, что приводит к резкому возрастанию удельных нагрузок на рабочие поверхности деталей. В результате смазочный материал в точках контакта выдавливается, значительно возрастает температура. Наличие продуктов изнашивания между поверхностями трения обусловливает еще большее возрастание его интенсивности. Процесс приработки недлителен (от 30 до 60 ч работы сопряжения, а при применении масел со специальными присадками — от 1,5 до 2 ч). Однако он очень важен для всей последующей работы сопряжения.

Во время приработки недопустимы перегрузки сопряжений деталей, высокие относительные скорости скольжения. Поэтому ее рекомендуется проводить по специально разработанным скоростным и нагрузочным режимам, когда

ограничиваются нагрузки в парах трения и предусматривается постепенное их возрастание до эксплуатационных.

В процессе приработки устанавливается оптимальная для данного сопряжения шероховатость поверхностей, увеличивается площадь опорной поверхности и уменьшаются удельные нагрузки, улучшаются физико-химические свойства поверхностей. В результате по окончании процесса приработки интенсивность изнашивания уменьшается. Зазор $S_н$, устанавливаемый между деталями при сборке, в конце периода приработки возрастает до S_1.

Второй период работы сопряжения l_2 характеризуется установившейся (меньшей) скоростью изнашивания и составляет наибольшую часть ресурса работы сопряжения. В конце этого периода зазор в сопряжении достигает предельно допустимой величины S_2.

Интенсивность изнашивания при дальнейшей работе сопряжения резко возрастает вследствие ударных нагрузок на детали, изменения теплового режима и условий смазки. Наступает период аварийного износа l_3. Возникает опасность поломки деталей. Дальнейшая работа сопряжения невозможна.

Второй период работы сопряжения (период нормальной работы) — самый длительный и в наибольшей мере влияет на долговечность деталей.

Продолжительность периода нормальной работы

$$T = (S_2 - S_1)/i, \qquad (6.1)$$

где i — скорость изнашивания сопряженных поверхностей.

Из выражения (6.1) видно, что при определенном предельно допустимом зазоре продолжительность периода нормальной работы сопряжения зависит от величины зазора в конце приработки S_1 и скорости изнашивания деталей i.

Как видно из рис. 6.1, с уменьшением зазора в конце приработки с S_1 до S_1' повышается ресурс работы сопряжения на величину Δl_2. Снижение скорости изнашивания, выраженное уменьшением угла наклона кривой износа с α_1 до α_2, обусловливает повышение ресурса работы сопряжения на Δl_2. Величина зазора в конце приработки может быть уменьшена за счет приближения исходной шероховатости после механической обработки поверхностей к оптимальной, улучшения процесса приработки.

Уменьшение скорости изнашивания достигается в первую очередь соблюдением оптимальных режимов технической эксплуатации.

6.1.5. Коррозия и старение деталей

В процессе эксплуатации автомобиля техническое состояние его ухудшается также из-за коррозии деталей и узлов. Коррозия — это самопроизвольное необратимое разрушение материалов вследствие физико-химического взаимодействия их со средой. По характеру протекающих процессов различают коррозию химическую и электрохимическую.

Химическая коррозия обусловлена воздействием на металл сухих газов и паров при высоких температурах и протекает без появления электрического тока (газовая коррозия). Этому виду коррозии подвержены: зеркало цилиндров двигателей, стенки камеры сгорания, рабочие поверхности выпускных клапанов, глушители. Кроме того, химическая коррозия может возникать при воздействии на металл различных органических веществ, не являющихся электролитами (горючесмазочные материалы, спирты и другие органические жидкости). Так, например, происходит коррозия внутренних стенок топливных баков.

Электрохимическая коррозия возникает в жидких электролитах, представляющих собой водные растворы солей, кислот, щелочей, и при контакте с влажными газами. В реальных условиях поверхность металла является обычно электрохимически неоднородной вследствие наличия различных включений, неоднородных и несплошных пленок из продуктов коррозии, а также различной концентрации компонентов-окислителей на отдельных участках. Это ведет к образованию на поверхности металла или сплава многочисленных микрогальванических коррозионных элементов (микропар), генерирующих коррозионный ток, суммарная сила которого определяет эффект коррозии.

Наиболее распространенным видом электрохимической коррозии является атмосферная, при которой роль электролита чаще всего играет тонкая пленка адсорбированной влаги или отдельные ее капли с растворенными в них газами и другими веществами, присутствующими в атмосфере. Атмосферной коррозии подвержены днище кузова, внутренние поверхности крыльев и все неокрашенные или не покрытые защитной пленкой металлические детали.

Процессы коррозии в ряде случаев протекают одновременно с действием механических факторов (трение, удар, переменные напряжения). Соответственно различают про-

цессы коррозионного истирания, коррозионной кавитации, коррозионного растрескивания, коррозионной усталости.

Разрушение металла в результате коррозии может иметь различный характер: сопровождаться образованием на поверхности сплошного ровного слоя без глубоких местных разъеданий (сплошная коррозия); проявляться в виде пятен, покрывающих значительные участки поверхности (местная коррозия пятнами) или в виде точечных повреждений — от небольших углублений до сквозного поражения металла (местная точечная коррозия).

Наиболее разрушительной является межкристаллитная коррозия, которая распространяется под поверхностным слоем металла, по границам кристаллитов. В результате ее развития межкристаллитные связи нарушаются, коррозия распространяется в глубь металла, за счет чего изменяются его механические свойства. Развитию этого вида коррозии в большой мере способствуют нагрузки, особенно динамические.

При эксплуатации и хранении автомобилей корриозионное воздействие на автомобиль могут оказывать следующие факторы: солнечная радиация, перепад температур в течение суток или сезона, атмосферные условия, биологические факторы.

Солнечная радиация (тепловое воздействие и воздействие ультрафиолетовых лучей) ускоряет химическое разложение, старение пластмасс, резины, тканей, красок, дерева. При резких перепадах температур нарушается структура материалов, изменяются их физические свойства, линейные размеры деталей, что ведет к нарушению посадок, зазоров в сопряжениях, деформации деталей из неоднородных материалов. Кроме того, колебания температур в течение суток могут вызывать конденсирование влаги на поверхностях деталей и внутри агрегатов, которая, проникая в зазоры, трещины, может вызывать в результате объемного расширения при замерзании разрушение деталей. Действие солнечного света, особенно при наличии пыли на металлических поверхностях, способствует увеличению скорости атмосферной коррозии.

Под влиянием указанных факторов, особенно тепла и света, ускоряется процесс старения материалов органического происхождения. Лакокрасочные покрытия выцветают, растрескиваются, теряют блеск; детали из резины растрескиваются, теряют эластичность, затвердевают; деревянные растрескиваются и подвергаются гниению; детали из стекла темнеют, теряют прозрачность.

Защита деталей автомобиля от коррозии осуществляется с помощью различных методов: нанесения лакокрасочных, пластмассовых, гальванических, химических покрытий; применения консервационных масел и смазочных материалов.

6.2. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СКОРОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

6.2.1. Конструктивно-технологические факторы

Скорость изменения технического состояния автомобиля в значительной степени зависит от совершенства конструкции автомобиля и уровня технологии его производства. Например, при установке воздушного инерционно-масляного фильтра на двигателе срок его службы увеличивается в 2 раза. Применение бумажных щелевых масляных фильтров взамен центробежных способствует снижению скорости изнашивания цилиндров в 1,5 раза, шеек коленчатого вала — в 2,5...3, поршневых колец по радиальной толщине — в 4,2 раза [20]. Установка термостата в системе охлаждения двигателя обусловливает возможность поддержания нормального теплового режима двигателя, сокращения времени его разогрева и в результате снижения в 7...8 раз общего износа за одно и то же время [20]. Уменьшению скорости изнашивания и количества поломок зубьев шестерен коробки передач способствует применение в ней шестерен постоянного зацепления и синхронизаторов.

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

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

Например, при покрытии наружной цилиндрической поверхности верхнего компрессионного кольца пористым хромом улучшается приработка и повышается износостойкость цилиндров и колец в 1,5...2 раза; применение в двигателе коротких вставных гильз из легированного чугуна, обла-

дающего высокой коррозионной стойкостью, позволяет уменьшить скорость изнашивания цилиндров в 2...2,5 раза.

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

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

6.2.2. Качество эксплуатационных материалов

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

Эксплуатационные качества бензинов характеризуются:

фракционным составом, давлением насыщенных паров, наличием механических примесей и воды, влияющих на безотказность работы двигателя. Так, температура выкипания 10 % бензина характеризует легкость пуска двигателя. При плохом сгорании бензина часть его остается в жидкой фазе и, проникая в картер двигателя, разжижает масло, что приводит к повышенному изнашиванию деталей цилиндропоршневой группы. При наличии механических примесей в бензине возможно засорение приборов системы питания, нарушение процессов смесеобразования, ухудшение тяговых качеств автомобиля, интенсивное изнашивание деталей топливной системы и цилиндропоршневой группы двигателя;

детонационной стойкостью и плотностью бензина, определяющими мощность и топливную экономичность двигателя. От детонационной стойкости бензина зависит характер сгорания топлива в двигателе. При низком октановом числе бензина в двигателях с высокой степенью сжатия может возникать детонационное сгорание топлива, сопровождающееся резким повышением давления и температуры, вибрациями деталей при ударах детонационной волны о

стенки цилиндров и днище поршня. Вследствие этого значительно возрастает интенсивность изнашивания шеек коленчатого вала, деталей цилиндропоршневой группы, подгорают выпускные клапаны, прогорают прокладки головки цилиндров, днища поршней, могут иметь место заклинивание поршней, разрывы шатунов, повреждения блока цилиндров;

стабильностью, склонностью к образованию отложений, коррозионной агрессивностью. От этих свойств в большой мере зависит работоспособность деталей двигателей. Углеводороды топлива под действием кислорода воздуха, света, тепла и других факторов окисляются с образованием смолистых веществ, вязких и твердых осадков. Коррозионная агрессивность бензинов обусловливается в основном наличием в них сернистых соединений, органических и водорастворимых кислот и щелочей. Присутствие серы в бензине способствует увеличению склонности его к нагарообразованию, снижению его антидетонационных качеств, усилению изнашивания деталей двигателя, особенно во время его пуска и прогрева.

Для дизельных топлив характерны следующие основные физико-химические свойства, оказывающие влияние на техническое состояние автомобиля: вязкость, наличие механических примесей и воды, плотность, фракционный состав, цетановое число.

От вязкости дизельного топлива зависит распыляемость и испаряемость заряда топлива, впрыскиваемого форсункой в цилиндр, надежность топливной аппаратуры. Применение топлива малой вязкости приводит к усиленному изнашиванию плунжерных пар топливной аппаратуры. Механические примеси способствуют засорению топливных фильтров тонкой очистки, что вызывает перебои в подаче топлива, а также усиление изнашивания деталей топливных насосов высокого давления и форсунок. Цетановое число топлива в значительной мере определяет долговечность двигателя. Чем ниже цетановое число, тем больше период задержки воспламенения топлива, выше жесткость работы двигателя и интенсивность изнашивания его деталей.

Основные физико-химические свойства масел для двигателей и трансмиссии, определяющие техническое состояние автомобиля:

вязкость, от которой зависит надежность подачи масла к трущимся поверхностям деталей автомобиля и интенсивность изнашивания деталей;

противоокислительные свойства (для масел, используемых в двигателях). Образование осадков при низких и лакоотложение при высоких температурах ведут к ухудшению теплопроводности деталей, потере подвижности колец в канавках, их заклиниванию (пригоранию);

коррозионная стойкость (для моторных масел), определяющая скорость изнашивания деталей двигателя, особенно цилиндров;

отсутствие механических примесей;

противоизносные и противозадирные свойства (для трансмиссионных масел).

Технические жидкости, применяемые при эксплуатации автомобилей, должны удовлетворять ряду требований. Охлаждающая жидкость, например, должна иметь высокую температуру кипения и низкую температуру замерзания, не образовывать отложений на стенках рубашки охлаждения, не вызывать коррозии металлических деталей, не разрушать резиновые детали. Тормозные жидкости должны обладать смазывающей способностью (трущиеся детали в гидравлических приводах смазываются самой жидкостью), не вызывать коррозию металлических деталей, набухание и разрушение резиновых деталей.

6.2.3. Условия эксплуатации и хранения автомобилей

Работоспособность автомобиля, долговечность деталей зависят от условий его эксплуатации (дорожные, природно-климатические, транспортные), качества вождения, технического обслуживания и ремонта, а также условий хранения. Влияние дорожных, природно-климатических и транспортных условий эксплуатации на изменение технического состояния автомобиля рассматривалось выше, соответственно в главах 1...3.

На изменении технического состояния автомобиля сказывается режим его работы в процессе эксплуатации, характеризуемый сочетанием скоростей движения и нагрузок. Режим работы автомобиля может быть постоянным (установившимся) и переменным (неустановившимся).

При установившемся режиме сила тяги на ведущих колесах автомобиля и скорость движения постоянны, при этом в двигателе имеют место стабильные тепловые процессы, а во всех агрегатах и механизмах — постоянные условия трения, что при прочих равных условиях ведет к снижению интенсивности изнашивания трущихся деталей.

При переменном режиме (при многократных разгонах и замедлениях автомобиля, частых изменениях дорожного сопротивления и условий движения, малой длине ездки и т. д.) сила тяги и скорость движения изменяются, интенсивность изнашивания трущихся деталей при этом повышается.

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

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

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

На изменение технического состояния автомобиля существенное влияние оказывает качество технического обслуживания и ремонта, своевременность осуществления профилактических воздействий. Проведение технического обслуживания с запозданием может привести к увеличению объемов текущего ремонта. Например, при отсутствии

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

При открытом хранении автомобилей вследствие атмосферных влияний, колебаний температуры воздуха, повышенной влажности интенсифицируются различные коррозионные процессы, что приводит к возрастанию скорости изнашивания, уменьшению срока службы деталей, узлов, агрегатов.

6.3. СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Для поддержания автомобиля в технически исправном состоянии он в процессе эксплуатации подвергается комплексу технических воздействий, который включает работы по техническому обслуживанию (ТО) и ремонту. Назначение технического обслуживания — обеспечение работоспособного состояния и надлежащего внешнего вида подвижного состава, надежности работы и безопасности движения; уменьшение интенсивности изменения параметров технического состояния автомобилей; предупреждение отказов и неисправностей, а также выявление их с целью своевременного устранения. Ремонт имеет целью восстановление утраченной работоспособности автомобиля, устранение отказов и неисправностей, возникших в процессе работы или выявленных при техническом обслуживании.

В СССР принята планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта автомобилей, принципиальные основы которой установлены действующим «Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта» [26]. Система определяет виды обслуживания и ремонта автомобилей, периодичность их проведения, объем и трудоемкость выполнения технических воздействий.

Согласно планово-предупредительной системе технического обслуживания и ремонта, работы по техническому обслуживанию проводятся принудительно, в плановом порядке, через определенные пробеги или время работы, в объеме установленного перечня операций. Периодичность

технического обслуживания, объем работ и трудоемкость их выполнения составляют режим технического обслуживания, который разрабатывается для типичных условий эксплуатации автомобиля и уточняется затем для конкретных условий.

Системой предусматриваются четыре вида технического обслуживания подвижного состава: ежедневное техническое обслуживание (ЕО), первое техническое обслуживание (ТО-1), второе техническое обслуживание (ТО-2), сезонное обслуживание (СО). Для конкретных моделей автомобилей и условий эксплуатации допускается обоснованное сокращение числа видов технического обслуживания. Каждый из видов ТО имеет определенную периодичность, трудоемкость и включает соответствующий перечень операций.

Ежедневное обслуживание предназначается для проведения общего контроля, направленного на обеспечение безопасности движения, поддержание надлежащего внешнего вида, при этом осуществляется заправка топливом, маслом, охлаждающей жидкостью, а для некоторых видов подвижного состава — санитарная обработка кузова. ЕО выполняется после возвращения подвижного состава с линии и перед выездом на линию и включает работы: контрольно-осмотровые по механизмам управления, приборам освещения и сигнализации, кабине, кузову, колесам; заправочные; уборочно-моечные и обтирочно-сушильные. Уборочно-моечные и обтирочно-сушильные работы для грузовых автомобилей могут производиться не ежедневно, а по потребности в зависимости от климатических и сезонных условий. Перед постановкой автомобилей на техническое обслуживание или ремонт моечные работы с последующей сушкой обязательны.

Назначение ТО-1 и ТО-2 в снижении интенсивности изнашивания деталей, выявлении и предупреждении отказов и неисправностей путем своевременного выполнения в установленном объеме контрольно-диагностических, крепежных, регулировочных, смазочных и других работ. При ТО-2 указанные работы проводятся более углубленно, с проверкой технического состояния агрегатов, механизмов, приборов в процессе работы, если необходимо, со снятием их для проверки на стендах.

Техническое обслуживание должно обеспечивать безотказную работу агрегатов, узлов и систем подвижного состава в пределах установленных периодичностей по воздействиям, включенным в обязательный перечень операций.

Технические обслуживания выполняются через опреде-

Табл. 6.1. **Периодичность ТО подвижного состава для I категории условий эксплуатации**

Тип автомобилей	Периодичность ТО, км	
	ТО-1	ТО-2
Легковые автомобили	3500	14 000
Автобусы (кроме приведенных ниже)	2600	13 000
Грузовые автомобили (кроме приведенных ниже) и автобусы на базе грузовых автомобилей	2200	11 000
Грузовые автомобили ГАЗ (кроме приведенных ниже)	2000	10 000
Грузовые автомобили МАЗ-500А, ГАЗ-53А (выпуска с 1973 г.) и ЗИЛ-130 (выпуска с 1974 г.)	2500	12 500
Грузовые автомобили КамАЗ	4000	12 000
Автобусы ЛиАЗ-677	2800	14 000
Автобусы ПАЗ-672	2400	12 000

Примечание. Для II категории условий эксплуатации периодичность ТО принимается с коэффициентом 0,8, для III—0,6.

Табл. 6.2. **Характеристика категорий условий эксплуатации**

Категория условий эксплуатации	Типичные группы условий работы автомобилей	Техническая категория дорог
I	Автомобильные дороги с асфальтобетонным, цементобетонным и приравненными к ним покрытиями за пределами пригородной зоны	I, II, III
	Автомобильные дороги с асфальтобетонным и приравненными к ним покрытиями в пригородной зоне, улицы небольших городов (с населением до 100 тыс. жителей)	I, II, III
II	Автомобильные дороги с асфальтобетонным, цементобетонным и приравненными к ним покрытиями в горной местности	I, II, III
	Улицы больших городов	
	Автомобильные дороги с щебеночным или гравийным покрытием	IV, V
	Автомобильные грунтовые профилированные и лесовозные дороги	V
III	Автомобильные дороги с щебеночным или гравийным покрытием в горной местности	IV, V
	Непрофилированные дороги и стерня	—
	Карьеры, котлованы и временные подъездные пути	—

ленные пробеги (табл. 6.1), устанавливаемые в зависимости от условий эксплуатации. Категория условий эксплуатации характеризует условия работы автомобилей на дорогах, т. е. техническую характеристику дороги, тип покрытия, а также интенсивность движения, определяемую ее технической категорией (табл. 6.2).

«Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта» устанавливаются также исходные нормативы трудоемкости ТО (табл. 6.3).

Приведенные в табл. 6.3 нормативы ЕО включают трудоемкость только уборочно-моечных и обтирочно-сушиль-

Табл. 6.3. **Нормативы трудоемкости ТО и текущего ремонта подвижного состава автомобильного транспорта (I категория условий эксплуатации)**

Тип подвижного состава	Нормативы трудоемкости, чел.-ч			
	на одно ТО			на 1000 км пробега
	ЕО	ТО-1	ТО-2	текущий ремонт
Легковые автомобили:				
особо малого класса	0,3	2,4	9,7	2,8
малого класса	0,4	2,6	10,2	3,4
среднего класса	0,5	3,2	11,3	3,9
большого класса	0,6	4,6	14,6	5
Автобусы:				
особо малого класса	0,5	4,4	16,7	5
малого класса	0,7	6	20	5,9
среднего класса	0,9	7,3	24	6,5
большого класса	1,2	8,3	33	7,6
Грузовые автомобили общетранспортного назначения:				
особо малой грузоподъемности	0,2	2,2	7,2	2,8
малой грузоподъемности				
1 т	0,3	2,4	8,1	3,1
2,5 т	0,4	2,8	10,8	3,8
средней грузоподъемности	0,5	3	12	4,8
большой грузоподъемности				
5 т	0,5	3,3	12,3	5,2
7,5 т	0,6	4,1	19,3	6,5
особо большой грузоподъемности				
8 т	0,6	4,2	19,6	6,7
12 т	0,9	6,3	27,6	
Внедорожные автомобили:				
автомобили-самосвалы грузоподъемностью				
27 т	1,8	12	55	33
40 т	2,5	16,4	76,9	42

ных работ. Контрольно-осмотровые и заправочные работы осуществляются водителем за счет подготовительно-заключительного времени и механиком контрольно-технического пункта.

Цель сезонного обслуживания СО — подготовка подвижного состава к эксплуатации в холодное или теплое время года. Оно проводится два раза в год и совмещается преимущественно с ТО-2. Для подвижного состава, работающего в зоне холодного климата, СО рекомендуется проводить как отдельно планируемый вид обслуживания.

Каждый из видов технического обслуживания подвижного состава осуществляется в объеме установленного перечня основных операций, который уточняется и конкретизируется применительно к каждой модели подвижного состава.

«Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта» предусматривается текущий ремонт ТР и капитальный ремонт КР автомобилей и их агрегатов.

Назначением текущего ремонта является устранение отказов и неисправностей, возникающих в процессе эксплуатации или выявленных при ТО. Текущий ремонт выполняется путем проведения разборочно-сборочных, регулировочных, слесарных, механических, сварочных и других работ с заменой: у автомобиля (прицепа, полуприцепа) — отдельных узлов, агрегатов, требующих текущего или капитального ремонта; у агрегата — отдельных деталей (кроме базовых), достигших предельно допустимого состояния.

С целью сокращения простоя подвижного состава в неисправном состоянии ТР осуществляется преимущественно агрегатно-узловым методом, при котором производится замена неисправных или требующих капитального ремонта агрегатов и узлов на исправные из оборотного фонда. Он должен обеспечивать безотказную работу отремонтированных агрегатов (узлов) на пробеге не меньшем, чем до очередного ТО-2.

Ремонтные работы различны по содержанию, потребность в них возникает в разное время и зависит от большого количества факторов: конструктивных особенностей автомобиля, условий его эксплуатации, качества вождения, технического обслуживания. Потребность в текущем ремонте определяется по заявкам водителей, при контрольном осмотре или возвращении автомобиля с линии, при диагностировании, техническом обслуживании.

Часто повторяющиеся операции ТР в зависимости от их

Табл. 6.4. **Коэффициенты корректирования трудоемкости ТО и ТР и норм межремонтных пробегов**

Типы и модификации подвижного состава	Коэффициент корректирования	
	трудоемкости ТО и ТР	нормы межремонтных пробегов
Седельные тягачи	1,1	0,95
Автомобили с одним прицепом	1,15	0,9
Автомобили с двумя прицепами	1,2	0,85
Специализированный подвижной состав в зависимости от сложности оборудования	1,1...1,2	—
Автомобили-самосвалы	1,15	0,85
Автомобили-самосвалы с одним прицепом или при работе на коротких плечах (до 5 км)	1,2	0,8
Автомобили-самосвалы с двумя прицепами	1,25	0,75
Автомобили высокой проходимости (за базовую модель принимаются имеющие двигатель одинакового рабочего объема и конструкции)	1,25	—

трудоемкости и фактической периодичности выполнения могут регламентироваться, т. е. входить в обязательный перечень работ (предупредительный ремонт). Операции предупредительного ремонта могут выполняться отдельно от ТО с определенной периодичностью или совмещаться с ТО (сопутствующий ТР). Предупредительному ремонту могут подвергаться агрегаты, механизмы, узлы: влияющие на безопасность движения; затраты на предупредительный ремонт для которых значительно меньше общей стоимости ремонта по потребности и простоя автомобиля на линии; характеризующиеся частыми отказами и неисправностями. Суммарная трудоемкость сопутствующего ТР не должна превышать 15...20 % трудоемкости соответствующего вида ТО.

Установленные исходные нормативы трудоемкости ТР в расчете на 1000 км пробега приводятся в табл. 6.3. Они рассчитаны применительно к автотранспортным предприятиям, насчитывающим 150...300 единиц подвижного состава одного типа, при пробеге с начала эксплуатации, составляющем 50...75 % пробега до первого капитального ремонта, расположенным в центральной зоне и оснащенным средствами механизации согласно табелю гаражного оборудования. Применительно к конкретным условиям эксплуатации трудоемкость ТР корректируется с учетом: категории условий эксплуатации, модификации подвижного состава и организации его работы (табл. 6.4), природно-климатических условий (табл. 6.5), пробега подвижного состава с

Табл. 6.5. **Коэффициенты корректирования трудоемкости текущего ремонта и норм межремонтных пробегов для разных природно-климатических условий**

Зоны и районы	Коэффициент корректирования	
	трудоемкости ТР	нормы межремонтных пробегов
Центральная зона	1	1
Пустынно-песчаные и высокогорные районы	1,1	0,9
Зона холодного климата	1,2	0,8
Крайний Север	1,4	0,7

начала эксплуатации, размеров автотранспортных предприятий.

Для I категории условий эксплуатации корректирующий коэффициент трудоемкости ТР принимается равным 1, для II составляет 1,2, для III — 1,5.

В качестве особых природно-климатических условий при корректировании нормативов для серийных моделей автомобилей, в конструкции которых не учтены специфические особенности работы в этих районах, приняты зона холодного климата с выделением районов Крайнего Севера, а также пустынно-песчаные и высокогорные районы.

Коэффициенты корректирования трудоемкости текущего ремонта в зависимости от пробега подвижного состава с начала эксплуатации составляют при пробеге (в долях от пробега до капитального ремонта $L_к$, установленного для конкретных условий эксплуатации): до 0,25—0,3; от 0,25 до 0,5—0,7; от 0,5 до 0,75—1; от 0,75 до 1—1,2; от 1 до 1,25—1,3; от 1,25 до 1,5—1,4; от 1,5 до 1,75—1,6; от 1,75 до 2—2.

Коэффициенты корректирования трудоемкости ТР в зависимости от размера автотранспортного предприятия составляют: до 75 автомобилей — 1,3; от 75 до 150—1,1; от 150 до 300—1; от 300 до 600—0,9; более 600—0,8.

Назначение капитального ремонта в регламентированном восстановлении работоспособности автомобилей и агрегатов и обеспечении пробега не менее 80 % от нормы для новых автомобилей и агрегатов. В течение срока своей службы полнокомплектный автомобиль подвергается, как правило, одному КР, не считая капитального ремонта агрегатов до и после КР автомобиля.

Агрегаты направляются в КР, когда базовая и основные его детали нуждаются в ремонте, требующем полной раз-

борки, или когда работоспособность агрегата не может быть восстановлена или ее восстановление путем текущего ремонта экономически нецелесообразно. При КР агрегат полностью разбирают, сортируют детали по степени пригодности, восстанавливают и заменяют их, производят сборку, регулировку и испытание агрегата.

Легковые автомобили и автобусы направляются в КР при необходимости капитального ремонта кузова, а грузовые — рамы, кабины и не менее трех других основных агрегатов в любом их сочетании. Капитальный ремонт автомобиля предусматривает полную его разборку, дефектовку, восстановление или замену деталей, капитальный ремонт или замену агрегатов и узлов, сборку, регулировку, испытание.

Направление автомобилей и агрегатов в КР производится на основании тщательного анализа их технического состояния при техническом осмотре и диагностировании с учетом пробега с начала эксплуатации, а также расхода запасных частей.

Работы технического обслуживания и ремонта по своему назначению и характеру подразделяются на контрольные и исполнительские.

Основным методом выполнения контрольных работ является диагностирование, имеющее целью определение технического состояния автомобилей, их агрегатов, узлов без разборки и являющееся технологическим элементом технического обслуживания и ремонта. Цель диагностирования при ТО — определение действительной потребности в проведении операций, выполняемых не при каждом обслуживании, и прогнозирование момента возникновения отказа или неисправности.

Цель диагностирования при ремонте — выявление отказов и неисправностей, причин их возникновения и установление наиболее эффективного способа их устранения: на автомобиле; со снятием агрегата, узла с автомобиля; с полной или частичной разборкой и т. д. Руководством по диагностике технического состояния подвижного состава автомобильного транспорта предусматриваются два основных вида диагностирования автомобилей: общее и поэлементное. Цель общего диагностирования Д-1 — контроль механизмов, обеспечивающих безопасность движения автомобиля, определение пригодности его к эксплуатации. Д-1 выполняется с периодичностью ТО-1. Поэлементное диагностирование Д-2 производится перед ТО-2 и ТР. Его цель — выявление скрытых неисправностей агрегатов и узлов

автомобиля, их причин и характера, уточнение потребности в техническом обслуживании и ремонте автомобиля.

Эффективность использования автомобилей (производительность, трудоемкость перевозок, приведенные затраты на перевозки) в значительной мере зависит от их технического состояния, продолжительности простоя в ТО и ремонте, трудозатрат, а также расхода запасных частей и различных эксплуатационных материалов на ТО и ремонт.

В свою очередь уровень установленных Положением нормативов (периодичность и трудоемкость разных видов ТО, ТР и др.) во многом определяется совершенством конструкции автомобилей, в частности таким эксплуатационным качеством, как надежность (безотказность, долговечность, ремонтопригодность), приспособленностью конструкции к работе в соответствующих условиях эксплуатации.

Снижение затрат на ТО и ремонт в процессе эксплуатации автомобилей за счет совершенствования их конструкций является одной из основных тенденций развития современного мирового и отечественного автомобилестроения. В нашей стране это направление нашло отражение и в практической деятельности таких автомобильных заводов, как ЗИЛ, МАЗ, ГАЗ и др. Совместная деятельность транспортников и автомобилестроителей способствовала значительному улучшению показателей отечественных автомобилей в отношении их надежности и, в частности, безотказности, долговечности, ремонтопригодности. Так, если в 40-е годы периодичность ТО-1 для отечественных автомобилей устанавливалась в пределах 300...450 км, ТО-2 — 900...1200 км пробега, то у современных отечественных автомобилей этот показатель во много раз выше (см. табл. 6.1).

Значительно увеличились межремонтные пробеги автомобилей и их агрегатов. За счет применения в конструкции более качественных металлов и материалов (смазочных и др.), герметизации узлов, требующих смазывания, или использования узлов, не требующих смазывания, увеличения стабильности крепежных соединений, применения саморегулирующихся механизмов уменьшается трудоемкость ТО и удельная трудоемкость ТР.

Между тем анализ приведенных нормативов, а также фактического положения на автомобильном транспорте (табл. 6.6) приводит к выводу, что снижение трудоемкости и стоимости ТО и ремонта остается важной задачей, стоящей перед специалистами автомобильной промышленности и автотранспорта.

Табл. 6.6. **Относительное распределение ресурсов и средств при изготовлении, ТО, ТР, КР автомобилей (за срок их амортизации)**

Технико-экономические показатели	Распределение ресурсов, %			
	на изготовление автомобиля	на ТО	на ТР	на КР
Удельные общественные затраты	13	25	50	12
Трудовые затраты	1,4	45,4	46	7,2
Расход металла за срок службы автомобиля	43	36		21

Решение этой задачи будет идти по пути дальнейшего совершенствования конструкций автомобилей, создания новых конструкций с более высокими показателями надежности (безотказностью и ремонтопригодностью, регламентированным максимальным сроком службы), а также по пути улучшения организации эксплуатации автомобилей, в частности широкой механизации работ ТО и ремонта, внедрения диагностирования технического состояния подвижного состава, привносящего в систему ТО и ТР элементы предвидения и управления.

6.4. ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

6.4.1. Сущность и физические основы диагностики

Как уже отмечалось, при планово-предупредительной системе ТО и ремонта автомобиль через определенный пробег (время) в принудительном порядке подвергается профилактическим воздействиям в установленном объеме. При этом, несмотря на корректирование режимов ТО и ремонта в зависимости от ряда факторов, индивидуальный подход к каждому автомобилю отсутствует.

Однако необходимость в таком подходе есть, так как даже при работе автомобилей в одинаковых условиях техническое состояние каждого из них при одной и той же наработке вследствие целого ряда причин (индивидуальные особенности автомобиля, качество вождения, ТО и т. д.) может существенно отличаться. Далеко не для каждого автомобиля необходимы все операции, предусмотренные «жестким» объемом того или иного вида ТО. Выполнение этих «ненужных» операций ведет, с одной стороны, к неполной реализации индивидуальных свойств автомобиля, повышению затрат на ТО, с другой, отнюдь не способ-

ствует улучшению его технического состояния. Наоборот, частые разборки, вмешательства в работу сопряжений способствуют повышенному изнашиванию сопряженных поверхностей, появлению повреждений крепежных соединений. Значительные потери трудовых и материальных ресурсов связаны также с большим объемом ремонтных воздействий, обусловленным несвоевременным выявлением отказов.

Наиболее полное использование индивидуальных возможностей автомобиля и обеспечение на этой основе высокой эффективности подвижного состава в процессе эксплуатации может быть осуществлено за счет широкого внедрения в технологический процесс ТО и ремонта диагностирования технического состояния автомобилей.

Техническая диагностика — это отрасль знаний, исследующая технические состояния объектов диагностирования и проявления технических состояний, разрабатывающая методы их определения, а также принципы построения и организацию использования систем диагностирования. Техническое диагностирование — процесс определения технического состояния объекта диагностирования с определенной точностью. Оно способствует: повышению надежности автомобилей за счет своевременного назначения воздействий ТО или ремонта и предупреждения возникновения отказов и неисправностей; повышению долговечности агрегатов, узлов за счет сокращения количества частичных разборок; уменьшению расхода запасных частей, эксплуатационных материалов и трудовых затрат на ТО и ремонт за счет проведения последних по потребности на основании данных диагностирования, проводимого, как правило, планово.

Выше отмечалось, что техническое состояние автомобиля (агрегата, узла) определяется значениями его структурных параметров. Однако возможность прямого их измерения без полной или частичной разборки автомобиля (агрегата, узла) весьма ограничена.

При диагностике для оценки технического состояния автомобиля (агрегата) используют так называемые выходные процессы функционирующего механизма. Различают рабочие выходные процессы (например, потребление или отдача мощности, расход топлива, теплообмен с внешней средой) и сопутствующие (например, шумы, вибрации, световые явления и т. д.). Каждый из выходных процессов количественно оценивается с помощью соответствующих параметров (например, отдача мощности может быть оце-

нена соответствующей величиной, темпом ее нарастания). Между структурными параметрами и параметрами выходных процессов существует функциональная связь, благодаря чему по значениям последних можно достаточно полно оценить техническое состояние автомобиля (агрегата), качество его функционирования. Номинальным значениям структурных параметров соответствуют номинальные значения параметров выходных процессов. По мере ухудшения технического состояния автомобиля (агрегата) параметры выходных процессов либо увеличиваются (например, вибрации, расход топлива), либо уменьшаются (давление масла). Предельное значение параметра выходного процесса свидетельствует о неисправном состоянии автомобиля, определяет необходимость ТО или ремонта. Зная характер, темп изменения параметра выходного процесса и его предельное значение, можно определить ресурс работы автомобиля до очередного ТО или ремонта.

В зависимости от количества информации, которую содержат параметры выходных процессов, они могут быть обобщенными или частными. Первые характеризуют техническое состояние автомобиля (агрегата) в целом (например, путь и время разгона автомобиля до заданной скорости, расход топлива на 100 км пути и др.), частные — техническое состояние конкретного механизма, системы (например, люфт рулевого колеса, стуки в кривошипно-шатунном механизме двигателя и т. д.).

Параметры выходных процессов в отличие от структурных, как правило, измеряются непосредственно на работающем автомобиле и используются для определения его технического состояния без разборки.

Выходные процессы, используемые для оценки технического состояния машины без ее разборки, называются диагностическими признаками, а параметры таких процессов — диагностическими параметрами. Не все выходные процессы могут служить в качестве диагностических признаков. Для того чтобы можно было использовать параметр выходного процесса в качестве диагностического, он должен удовлетворять следующим требованиям:

быть функционально важным для оценки технического состояния автомобиля;

быть однозначным, т. е. должен отсутствовать его переход от возрастающей функции к убывающей (или наоборот) в зависимости от наработки автомобиля или изменения его структурного параметра от начального до предельного значения (рис. 6.2, *а*). Этим обеспечивается со-

ответствие каждому значению структурного параметра S только одного, вполне определенного значения параметра выходного процесса μ;

быть чувствительным (информативным). Чувствительность характеризуется величиной и скоростью приращения выходного параметра $\Delta\mu$ при достаточно малом изменении структурного параметра ΔS (рис. 6.2, *б*). Чем больше $\Delta\mu$ при определенном ΔS, тем выше чувствительность данного параметра выходного процесса;

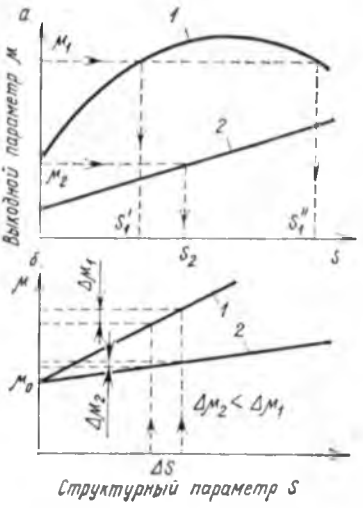


Рис. 6.2. Диаграммы к определению понятия однозначности (*а*) и чувствительности (*б*) параметра выходного процесса

обладать стабильностью при многократных измерениях, характеризующейся степенью рассеивания значений относительно среднего значения параметра при постоянных условиях измерения;

обладать дифференцирующей способностью, позволяющей разделять и локализовать неисправности различных элементов объекта по месту их возникновения (до составных частей элементов, до конкретного сопряжения, деталей при наличии нескольких одноименных сопряжений, деталей в элементе);

обеспечивать технологичность и экономичность, определяемые удобством определения параметра при диагностировании, соответствующими трудовыми и материальными затратами.

Достоверность результатов диагностирования в большой мере зависит от нагрузочного, скоростного и теплового режимов работы объекта. Поэтому с целью получения высококачественной диагностической информации применяют соответствующие устройства, задающие и поддерживающие оптимальные нагрузочные, скоростные и тепловые режимы.

6.4.2. Методы диагностирования

Методы диагностирования технического состояния автомобилей и их агрегатов зависят в основном от физической сущности и способов измерения параметров, принятых в качестве диагностических для данного механизма. Для выбора диагностических параметров используют так называемую структурно-следственную модель диагностируемого механизма, определяющую связи между его элементами, структурными и диагностическими параметрами. На рис. 6.3 представлена такая модель для цилиндропоршневой группы двигателя.

Анализ структурно-следственной модели позволяет установить связи между наиболее уязвимыми элементами объекта, характерными неисправностями и параметрами и

Рис. 6.3. Структурно-следственная модель цилиндропоршневой группы двигателя

определить наиболее приемлемые из них для диагностирования.

Различают следующие основные методы диагностирования технического состояния автомобилей и их агрегатов.

Диагностирование по параметрам эффективности (параметрам рабочих процессов — выработке, отдаче и поглощению энергии, расходу эксплуатационных материалов и т. д.) применяется для общей оценки технического состояния автомобиля и агрегатов и заключается в имитации (с помощью специальных стендов) режимов и условий работы автомобиля. Замеряемые при этом диагностические параметры сравнивают с их предельными значениями, на основе чего дается оценка технического состояния автомобиля (агрегата).

По параметрам эффективности диагностируют техническое состояние автомобиля и двигателя (мощностные показатели и расход топлива), агрегаты трансмиссии (механические потери), тормозные механизмы (тормозной путь) и т. д.

Виброакустические методы диагностирования основаны на том, что энергия удара в подвижных сопряжениях, амплитуда вибраций, параметры акустических сигналов зависят от величины зазора в сопряжении. Эти методы универсальны, могут с успехом применяться для диагностирования практически всех узлов, механизмов, имеющих подвижные сопряжения. Они применяются для общей оценки технического состояния двигателя, для поэлементного диагностирования его механизмов, агрегатов трансмиссии автомобиля.

Стробоскопический метод диагностирования основан на использовании стробоскопического эффекта, заключающегося в том, что вращающаяся деталь кажется неподвижной при освещении ее кратковременными вспышками с частотой, равной или кратной частоте вращения детали. Этим методом можно диагностировать механизмы, узлы, конструкция которых включает упорядоченно движущиеся детали: вращающиеся, качающиеся, движущиеся возвратно-поступательно. Стробоскопическим методом диагностируются: сцепление, карданная передача, передняя подвеска легковых автомобилей и т. д.

Тепловой метод диагностирования заключается в определении параметров (температура нагрева и скорость ее изменения), характеризующих количество теплоты, выделяемой в результате работы сил трения при заданном

скоростном и нагрузочном режимах. Он может применяться для диагностирования двигателя (по параметрам нагрева картерного масла и охлаждающей жидкости), агрегатов трансмиссии, подшипниковых узлов и т. д. Тепловой метод применяется, как правило, в сочетании с другими.

Кроме перечисленных методов, которые могут использоваться для диагностирования различных агрегатов, узлов, механизмов автомобиля, т. е. универсальных, выделяют еще группу специальных методов, применяемых для диагностирования только отдельных узлов, агрегатов. В практике диагностирования автомобилей встречаются следующие из них.

Диагностирование по герметичности рабочих объемов используется при оценке технического состояния цилиндропоршневой группы двигателя, системы охлаждения, шин, гидро- и пневмоприводов тормозной системы и др.

Диагностирование по геометрическим параметрам (зазорам, люфтам, смещениям) применяется для редукторов трансмиссии, рулевых управлений, подшипниковых узлов, т. е. в случаях, когда указанные параметры можно непосредственно измерить.

По концентрации отдельных компонентов в отработавших газах осуществляется диагностирование системы питания двигателя.

Метод диагностирования по концентрации продуктов изнашивания в картерном масле используется для оценки интенсивности изнашивания основных механизмов двигателя, коробки передач, главной передачи.

Перечень специальных методов диагностирования этим не исчерпывается; более того, он пополняется новыми методами, основанными на последних достижениях науки и техники.

Один и тот же диагностический признак чаще всего может быть установлен с помощью нескольких методов диагностирования. Вопрос выбора наиболее целесообразного из них в каждом конкретном случае решается с учетом: уровня информативности и точности, степени универсальности метода диагностирования, трудоемкости диагностирования, различных организационно-экономических факторов.

6.5. ТЕХНОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

6.5.1. Организация технологического процесса ТО

Техническое обслуживание выполняется на постах. Пост обслуживания представляет собой территорию, предназначенную для выполнения одной или нескольких однородных работ или операций процесса обслуживания, с необходимым оборудованием, приборами, приспособлениями и инструментом. По расположению посты обслуживания могут быть тупиковыми (въезд автомобиля на пост и съезд с поста с одной стороны) и прямоточными. ТО организуется преимущественно двумя способами: на универсальных и специализированных постах. Пост, на котором производится весь комплекс работ ТО данного вида, называется универсальным. Специализированный предназначен для выполнения части работ данного вида ТО (например, ТО двигателя и его систем). Несколько специализированных прямоточных постов, расположенных друг за другом, образуют поточную линию. Способ производства ТО при этом называется поточным. Он особенно широко применяется при производстве ЕО, ТО-1, а в крупных автотранспортных предприятиях и для ТО-2. При поточном методе производства ТО перемещение автомобилей с поста на пост чаще всего осуществляется с помощью конвейеров.

6.5.2. Подъемно-осмотровое оборудование при ТО автомобилей

Для выполнения работ ТО требуется доступ к автомобилю сверху, сбоку и снизу. Для ЗИЛ-130, например, работы по ТО-1 и ТО-2 распределяются следующим образом: по 40...45% снизу и сверху и 10...20% сбоку. Исследованиями установлено, что расход энергии человеком в большой мере зависит от позы, в которой он находится во время работы. Так, при прямой стоячей позе расход энергии в 3 раза, а при работе стоя согнувшись в 14 раз больше энергии, расходуемой человеком при правильной сидячей позе [32]. Работа сидя рациональна при условии, что физические усилия человека не превышают 50 Н; при больших усилиях, что имеет место, например, при выполнении крепежных работ (200 Н и более), рациональной является работа стоя.

Для обеспечения наиболее рациональной позы рабочего

при производстве работ ТО сверху и снизу автомобиля, а следовательно, для обеспечения высоких производительности труда, качества и безопасности работ, применяется подъемно-осмотровое оборудование.

На практике получили распространение следующие типы подъемно-осмотрового оборудования: осмотровые канавы, подъемники, эстакады, опрокидыватели и др.

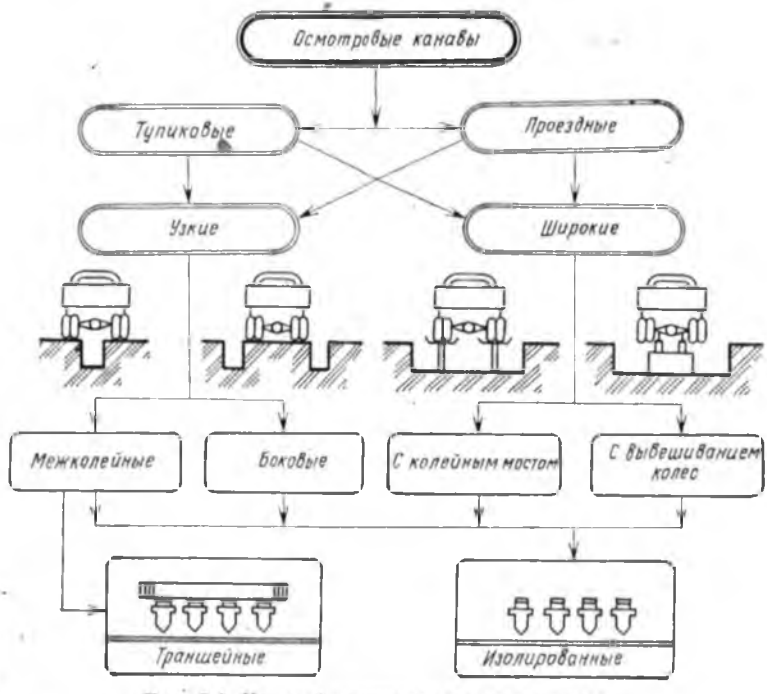


Рис. 6.4. Классификация осмотровых канав

Осмотровые канавы (рис. 6.4) — наиболее распространенное устройство, обеспечивающее возможность производства работ одновременно снизу, сверху, сбоку; ими оборудуются тупиковые и прямоточные посты и поточные линии ТО. Наибольшее распространение вследствие своей простоты и универсальности получили узкие межколейные канавы (рис. 6.5) со следующими размерами: ширина — 0,9...1,1 м; длина — не менее длины автомобиля, но не превышающая ее более чем на 0,8 м; глубина — 1,4...1,5 м, а для грузовых автомобилей и автобусов — 1,2...1,3 м. Однако они не очень удобны для производства работ.

Значительно большие удобства, особенно для работ снизу, обеспечивает широкая канава с колейным мостиком, которая для обеспечения возможности производства работ сбоку автомобиля оснащается съемными трапами. Недостатком таких канав является то, что в них можно обслуживать только автомобили с примерно равной шириной колеи. Лишены этого минуса широкие канавы с вывешиванием автомобиля (на перемещающихся вдоль канавы по рельсам тележках под передний и задний мосты), однако они не получили распространения ввиду сложности их устройства, заезда на канаву и выезда с нее.

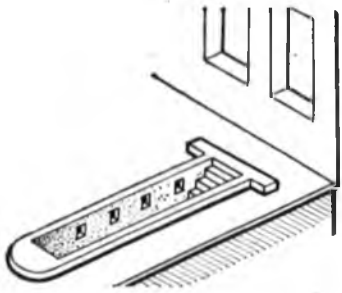


Рис. 6.5. Узкая межколейная осмотровая канава

Наибольшие удобства в отношении обеспечения фронта работ при производстве ТО предоставляет комбинированная узкая осмотровая канава, оборудованная подъемным устройством (рис. 6.6).

Эстакада (рис. 6.7) представляет собой колейный мост, поднятый на 0,7...1,4 м над уровнем пола, с наклонными рампами для въезда и съезда автомобиля. Эстакады занимают много места, поэтому их применяют в основном в по-

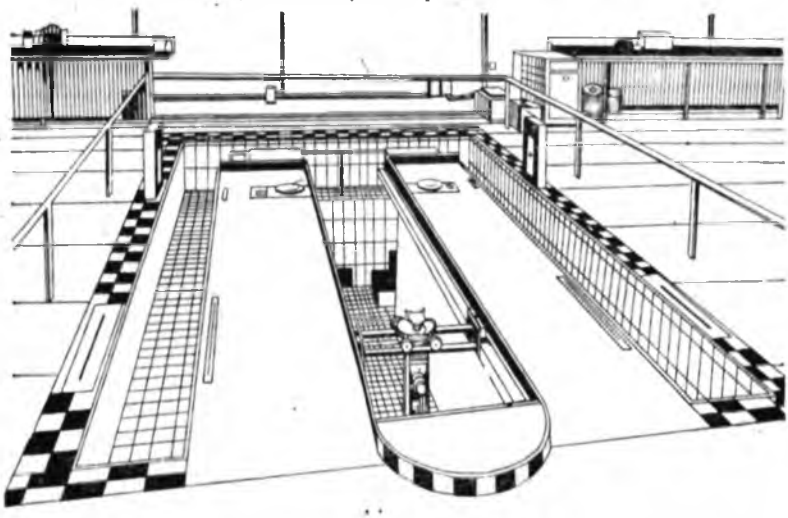


Рис. 6.6. Комбинированная осмотровая канава узкого типа с канавным гидравлическим подъемником

левых условиях (передвижные) или в качестве вспомогательного оборудования на территории автопредприятия.

Подъемники, используемые при ТО, предназначены для подъема автомобиля над уровнем пола на удобную для производства работ высоту. Они могут быть стационарными и передвижными, напольными и канавными. По типу подъ-

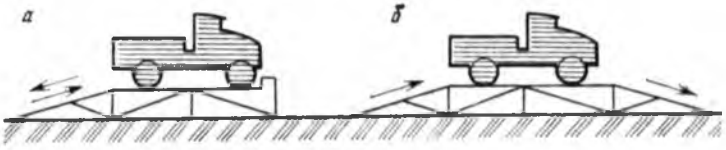


Рис. 6.7. Схемы эстакад:
а — тупиковой; *б* — прямоточной

емного механизма различают подъемники механические и гидравлические, по роду привода — ручные и электрические, по конструкции опорного устройства — с колейной, межколейной и поперечной рамами, с опорными траверсами.

Стационарные напольные гидравлические подъемники могут быть одно-, двух-, трех- и многоплунжерные грузоподъемностью 2, 4, 8, 12 т и более.

На рис. 6.8 показан двухплунжерный электрогидравли-

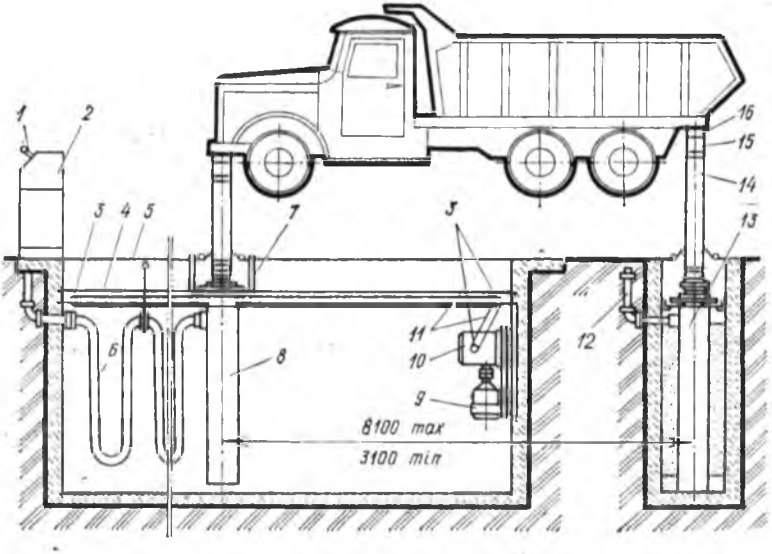


Рис. 6.8. Двухплунжерный электрогидравлический подъемник мод. П-126

ческий подъемник грузоподъемностью 16 т, предназначенный для обслуживания и ремонта грузовых автомобилей большой грузоподъемности. Из резервуара насосной станции *2* масло нагнетается по шлангу *6* и трубопроводу *12* в гидроцилиндры *8* и *13* и перемещает вверх их плунжеры *14*, которые, упираясь через траверсы *15* и подхваты *16*

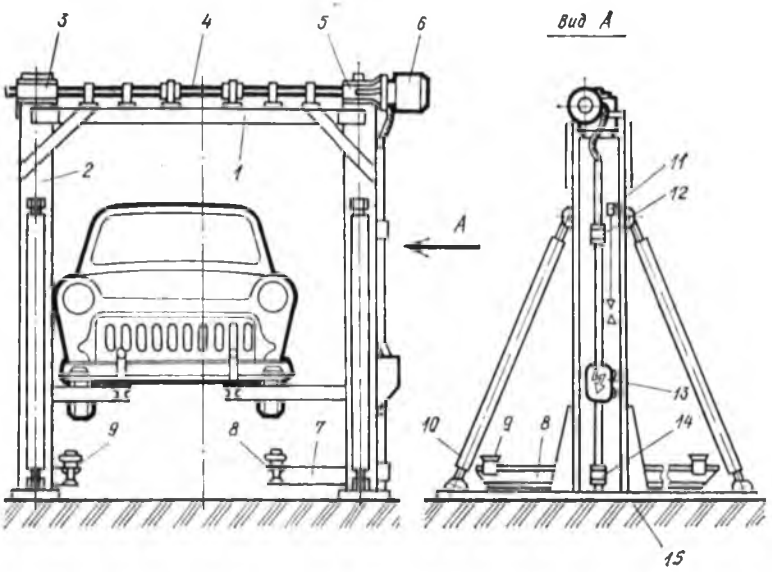


Рис. 6.9. Двухстоечный электромеханический подъемник для легковых автомобилей:

1 — поперечина; *2* — стойка; *3* и *5* — редукторы; *4* — карданная передача; *6* — электродвигатель; *7* — консоль каретки; *8* — поворотная балка; *9* — подхват; *10* — подкос; *11* — отвес; *12* и *14* — концевые выключатели; *13* — кнопочная станция; *15* — опорная полоса

в раму или оси автомобиля, осуществляют его подъем. Подвижный гидроцилиндр *8* с помощью каретки *7* перемещается по направляющим *4* вдоль траншеи, закрывающейся смещающимся настилом *5*. Перемещение каретки осуществляется от электродвигателя *9* через редуктор *10* и цепную передачу *11*, которая состоит из звездочек *3* и роликовой цепи. Наличие подвижного гидроцилиндра позволяет обслуживать на данном подъемнике автомобили с разной базой. Рукояткой *1* за счет изменения проходного сечения гидравлической системы можно регулировать скорость подъема плунжеров гидроцилиндров и обеспечивать синхронность их подъема.

Стационарные напольные электромеханические подъ-

емники могут быть одно-, двух-, трех-, четырех- и шестистоечными грузоподъемностью 1,5...14 т и более. Привод их от электродвигателей осуществляется посредством винтовой, цепной, тросовой, карданной или рычажно-шарнирной силовых передач.

На рис. 6.9 представлен двухстоечный передвижной подъемник мод. 463М грузоподъемностью до 2 т, состоящий из двух стоек *2*, крепящихся с помощью регулируемых подкосов *10* к стальным опорным полосам *15*, и поперечины *1*. В каждой стойке вмонтирован ходовой винт, по которому перемещается грузоподъемная гайка. К гайке крепится каретка с консолью *7* и поворотными балками *8* с подхватами *9* под кузов автомобиля. Подъемник обеспечивает высоту подъема 1,6 м, время полного подъема — 1,6 мин.

Преимущество напольных гидравлических и электромеханических подъемников перед осмотровыми канавами заключается в обеспечении бо́льших удобств при выполнении работ по обслуживанию и ремонту автомобилей (работы выполняются с уровня пола помещения при достаточной естественной освещенности и свободе перемещения рабочих). Однако они имеют и существенный недостаток: нельзя одновременно выполнять работы сверху и снизу автомобиля. Этого недостатка лишены подъемники балконного типа, у которых вместе с колейной рамой поднимается рабочая площадка (балкон), чем обеспечивается возможность проведения работ одновременно снизу и сверху.

Применяются также канавные подъемники, предназначенные для вывешивания мостов автомобиля, монтажа и демонтажа агрегатов трансмиссии при производстве работ на канавах. Такие подъемники могут быть гидравлическими (одно- и двухстоечными), стационарными и передвижными вдоль канавы (см. рис. 6.6).

6.5.3. Подъемно-транспортные устройства

Для осуществления подъема и транспортирования различных грузов при ТО и ТР используются различные передвижные краны, тележки, электротельферы, кран-балки.

Перемещение автомобилей с поста на пост при поточном методе обслуживания осуществляется с помощью гаражных конвейеров. Получили распространение конвейеры непрерывного (применяются при ЕО) и периодического действия (ЕО, ТО-1, ТО-2).

Конвейеры подразделяются также по способу передачи

движения автомобилю на толкающие, несущие и тянущие. На рис. 6.10 показана схема толкающего гаражного конвейера. Принципиально его конструкция включает приводную *1* и натяжную *4* станции, тяговый орган (цепь, трос) *3* и направляющие пути *5*. Приводная станция, предназначенная для приведения в движение тягового органа, состо-

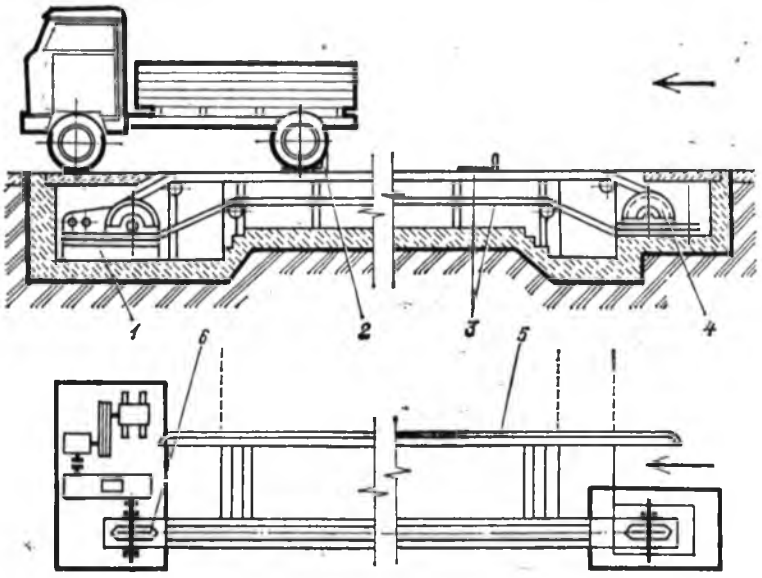


Рис. 6.10. Принципиальная схема гаражного конвейера толкающего типа: *1* — приводная станция; *2* — толкающие тележки; *3* — цепь; *4* — натяжная станция; *5* — направляющие пути; *6* — ведущая звездочка

ит из электродвигателя, редуктора, клиноременной передачи и ведущей звездочки *6*. Натяжная служит для регулирования натяжения тягового органа. Последний несет на себе толкающие каретки, перекатывающиеся на катках по направляющим путям. При этом толкатели, упираясь в передний или задний мост, в переднее или заднее колесо, передвигают автомобиль с поста на пост. Устанавливаются они шарнирно и при прохождении над ними колеса или низкорасположенной части автомобиля могут наклоняться в сторону движения конвейера. В исходное (рабочее) положение толкатели возвращаются пружинами.

Конвейеры толкающего типа обеспечивают скорость перемещения: для ЕО — 4,7...6,35 м/мин, для ТО-1, ТО-2 (периодического действия) — 9,25 м/мин.

Тяговый орган несущих конвейеров — бесконечная транспортирующая цепная лента, на которую автомобиль устанавливается колесами или опирается мостами, находясь в вывешенном состоянии. Несущие конвейеры могут быть одно- или двухветвевые, на последних автомобили могут устанавливаться поперек оси конвейера. Несущие конвейеры используются для поточных линий ЕО.

В тянущих конвейерах тяговым органом является бесконечная цепь, к которой автомобиль присоединяется буксирным захватом за передний буксирный крюк.

Эти конвейеры не получили широкого распространения из-за того, что буксирный захват на автомобиль необходимо устанавливать вручную.

Управление современными гаражными конвейерами, как правило, автоматизировано.

6.5.4. Уборочно-моечные работы

Этот вид работ, выполняемых при ЕО, включает уборку автомобиля, предварительное ополаскивание, мойку специальным составом, затем водой, окончательное ополаскивание, сушку или протирку, нанесение защитного слоя воска, полирование окрашенных поверхностей, нанесение антикоррозионного покрытия, дезинфекцию автомобилей специального назначения.

Уборка автомобиля заключается в удалении мусора, пыли, грязи из кузовов легковых автомобилей и автобусов, кабин и платформ грузовых автомобилей, протирке стекол, щитка приборов, очистке сидений и их спинок. Внутренняя часть кузова автобусов, санитарных автомобилей, автомобилей для перевозки пищевых продуктов дезинфицируется и моется с мылом.

Уборочные работы пока слабо механизированы. При их выполнении применяются электропылесосы и пылеотсасывающие установки стационарного, передвижного, переносного (ручные) типа, различные щетки, скребки, обтирочный материал.

Мойка автомобиля производится с целью удаления с его поверхностей различных загрязнений, которые по трудности смывания подразделяются на три группы [32]:

слабосвязанные загрязнения, не содержащие примесей органических веществ. В составе этих загрязнений — до 83% песчаных частиц. Смываются они относительно легко струей воды под давлением 0,15...0,2 МПа, однако после высыхания на поверхности остается матовая пленка;

слабосвязанные загрязнения, содержащие примеси органических веществ. Пыль и грязь, осевшие на нижних частях автомобиля, включают до 35 % таких веществ. Смываются они значительно труднее (струей воды под давлением 0,3...0,5 МПа), оставляют после высыхания на поверхности пленку темно-грязного цвета (из-за наличия орга-

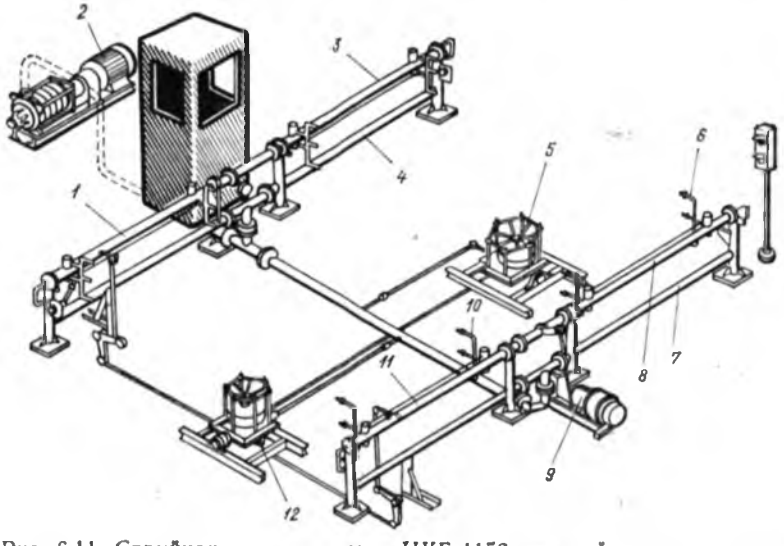


Рис. 6.11. Струйная установка мод. ЦКБ-1152 для мойки грузовых автомобилей

нических веществ) значительной толщины (до 100 мкм). Удаление этой пленки представляет значительные трудности и возможно только с применением растворяющих веществ;

загрязнения, включающие, помимо пыли, грязи, цементирующие и склеивающие вещества (цемент, алебастр, гашеную известь и др.). Они не смываются струей воды даже при давлении 1,5...2 МПа. Для их удаления требуются специальные химические растворы и одновременно механическое воздействие.

Мойка автомобилей может производиться при низком (0,2...0,4 МПа), среднем (0,4...2,5 МПа) и высоком (2,5...8 МПа) давлении. В зависимости от производственных условий применяют мойку ручную, механизированную, автоматизированную и комбинированную.

Ручная мойка струей низкого давления производится из шланга с брандспойтом или щеткой. Для мойки струей

среднего и высокого давления используются моечные установки, позволяющие повышать давление воды, поступающей из водопроводной магистрали, шланги с моечными пистолетами, обеспечивающими регулирование подачи воды и формы струи: для нижних, более загрязненных, частей автомобиля применяется сосредоточенная (кинжальная) струя, для верхних — конусообразная (веерная).

Ручная мойка требует больших трудозатрат (на легковой автомобиль затрачивается 10...20 мин), производится в неудовлетворительных санитарно-гигиенических условиях.

Механизация моечных работ исключает тяжелый ручной труд мойщиков, способствует повышению производительности и гигиены труда. Время, затрачиваемое на механизированную мойку одного автомобиля, сокращается до 1,5...3 мин. При механизированной мойке управление моечной установкой осуществляется вручную, при автоматизированной — автоматически. Комбинированная мойка совмещает механизированный и ручной способы (для разных частей автомобиля).

Конструктивно моечные установки подразделяются на струйные (бесщеточные) и струйно-щеточные с перемещением автомобиля или каретки вдоль автомобиля.

Механизированная струйная установка для мойки грузовых автомобилей (рис. 6.11) состоит из трубчатых рам *7* и *4*, четырех боковых качающихся трубчатых коллекторов *1, 3, 8, 11* и двух нижних качающихся коллекторов *5* и *12*, в которые ввернуты шланги с сопловыми насадками. Вода к коллекторам поступает от насосной установки *2*. Их привод осуществляется от электродвигателя *9*. При этом нижние коллекторы, вращаясь вокруг собственной вертикальной оси, одновременно совершают качательные движения относительно горизонтальной оси, а рамки *6* и *10* боковых коллекторов качаются относительно вертикальных осей. В результате сложного движения сопловых насадок коллекторов создается большой разброс водяных струй, что обеспечивает высокую эффективность мойки.

Автоматическая установка для мойки автобусов (рис. 6.12) имеет четыре спаренных вертикальных вращающихся щеточных барабана *3* и *5*, укрепленных на поворотных рычагах, для мойки боковых поверхностей и один горизонтальный *2* для мойки крыши автобуса. Кроме того, имеются рамки для предварительного смачивания *1* и ополаскивания *4* кузова.

Щетки изготовляются из капроновых нитей или другого

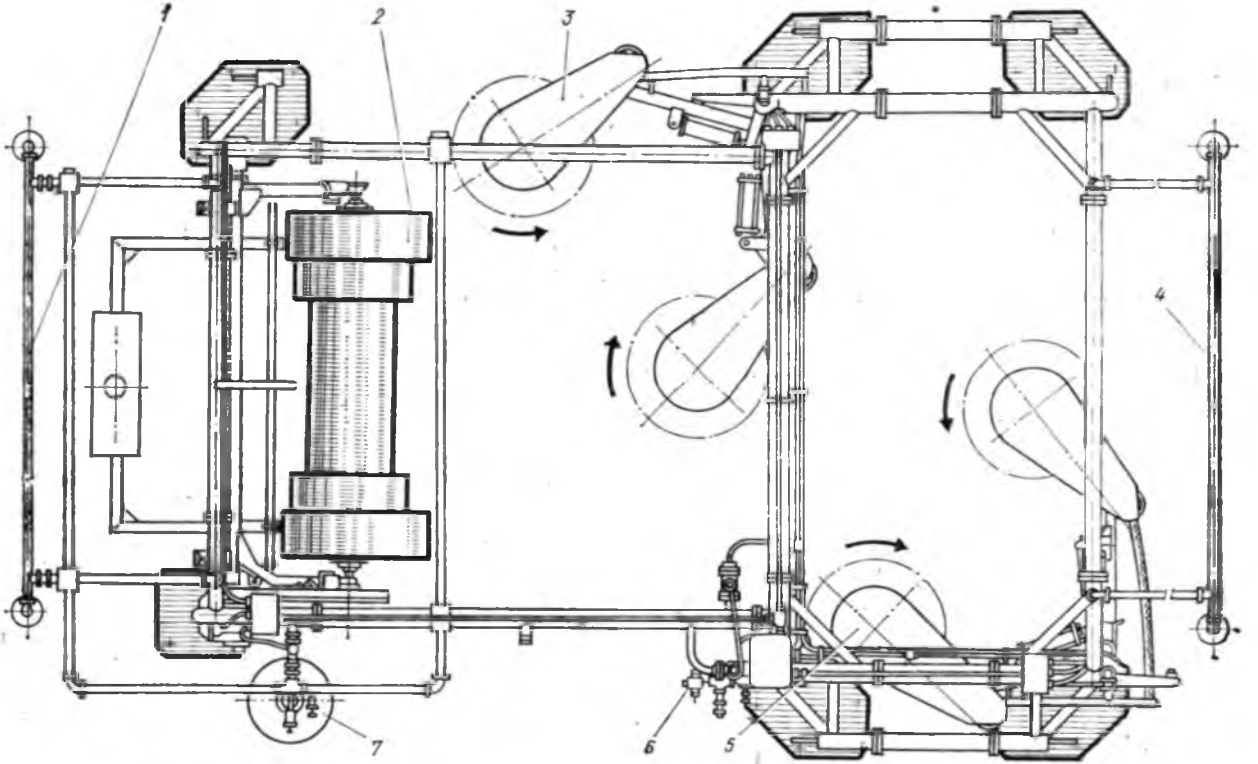


Рис. 6.12. Автоматическая установка мод. 1126 для мойки автобусов (вид сверху)

синтетического материала. Конец нитей иногда разделывают в виде бахромы, что обеспечивает более эффективную мойку и сохранность окраски. Прижатие вертикальных щеточных барабанов к боковым поверхностям автобуса осуществляется с помощью пневматической системы *6*.

Вода на щетки и к соплам трубчатых рамок подается из водопроводной сети. В случае сильного загрязнения поверхностей предусмотрена подача к щеткам моющего раствора из бачка *7*.

На рис. 6.13 показана автоматическая поточная линия для мойки легковых автомобилей. Горизонтальная щетка в этой установке служит для обмыва облицовки радиатора, капота, ветрового и заднего стекол, крыши кузова и багажника автомобиля. Два блока вертикальных щеток предназначены для обмыва боковых, передней и задней вертикальных поверхностей. На линии предусмотрена установка для мойки дисков колес автомобиля, включающая по пять щеток с каждой стороны, которые имеют привод от электродвигателя через редуктор и цепные передачи.

Линия включает воздуходувную установку для сушки автомобиля после мойки. Легковые автомобили сушат обычно обдувом холодным воздухом. Центробежные вентиляторы нагнетают воздух в воздухораспределительные трубы со щелевыми диффузорами, направленными под определенным углом к обдуваемой поверхности и формирующими поток воздуха в виде веерообразных струй. Это обеспечивает высокую эффективность сушки.

Одним из факторов, от которых зависит качество уборочно-моечных работ, их трудоемкость, является приспособленность конструкции автомобиля к их проведению. Для облегчения уборки, улучшения ее качества конструкция автомобиля должна предусматривать: свободный доступ к местам проведения уборки в кабине и кузове; закругления стыков стенок, перегородок и пола; укладку легкосъемных резиновых ковриков на полу кабин грузовых автомобилей, а также в легковых автомобилях; легкосъемные сидения и их спинки у легковых автомобилей для обеспечения удобства уборки под ними и очистки их обивки от пыли и загрязнений вне автомобиля; обивку сидений и их спинок у автобусов и легковых автомобилей-такси из материала, допускающего частую протирку и мойку с мылом, проведение дезинфекции.

От качества мойки зависит не только внешний вид автомобиля, но и срок его службы, особенно кабины грузового автомобиля, кузова автобуса и легкового автомобиля. При

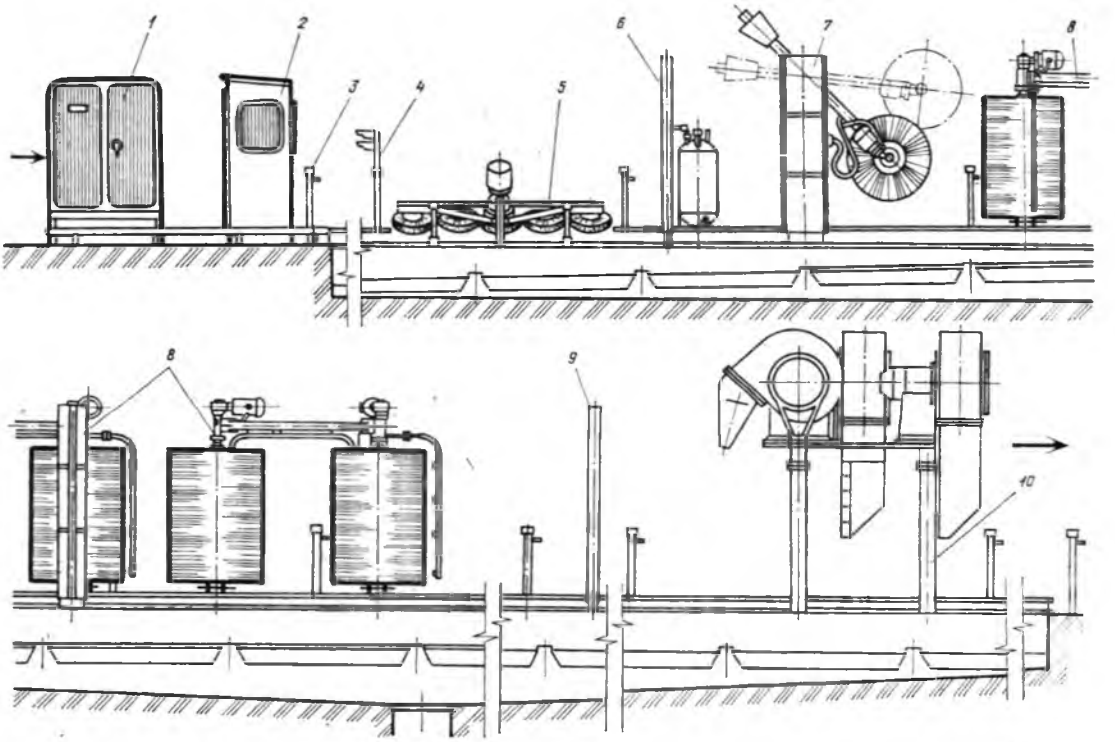


Рис. 6.13. Автоматическая поточная линия для мойки легковых автомобилей (мод. М-118):
1 — аппаратный шкаф; *2* — кабина оператора; *3* — командоконтроллеры; *4* — светофор; *5* — установка для механизированной мойки колес; *6, 9* — рамки ополаскивания; *7, 8* — рамы вертикальной и горизонтальной щеток; *10* — установка для сушки автомобиля

мойке автомобилей, особенно механизированной, имеет место большой расход воды. С целью обеспечения высокопроизводительной качественной мойки при конструировании автомобиля необходимо учитывать следующие основные требования. Внешние формы автомобиля должны обеспечивать не только минимальное аэродинамическое сопротивление, удобство использования габаритных размеров автомобиля, но и наименьшее загрязнение его при движении. В нижних частях автомобиля не должно быть мест, где могут скапливаться грязь, лед, и труднодоступных при мойке (глубокие ниши под крыльями, различные карманы и т. д.). Скапливающаяся в этих местах грязь способствует интенсивной коррозии металла и сокращению срока службы деталей. В элементах коробчатой конструкции с внутренними закрытыми полостями предусматривается возможность стока воды, попадающей во внутреннее пространство, обеспечивается возможность циркуляции воздуха, ускоряющей испарение влаги. Например, отсутствие стока и возможности быстрого испарения воды из внутренних полостей дверей кузова приводит к интенсивной их коррозии изнутри.

Кузов, кабина по возможности не должны иметь детали, элементы, выступающие над их основной поверхностью (фары, подфарники, различные фигурные накладки и т. д.) и затрудняющие применение механизированной мойки щетками, протирку поверхностей, должны надежно защищаться от попадания в них воды. Это касается также подкапотного пространства, так как при попадании воды на двигатель, приборы системы зажигания происходят отказы в их работе.

6.5.5. Заправочные работы

Заправка автомобилей топливом производится на топливозаправочных станциях, оборудованных высокопроизводительными автоматическими колонками. Заправка является часто повторяющейся операцией, поэтому важна приспособленность конструкции автомобиля к ее выполнению с малыми затратами времени. Не менее важно обеспечение при заправке наименьших потерь топлива вследствие его разлива, испарений. Наконец, регулярные замеры остатка топлива в баках должны производиться с достаточной точностью, которой не обеспечивают применяющиеся в современных автомобилях электрические указатели уровня топлива.

Удовлетворение этих требований во многом зависит от приспособленности конструкции автомобиля к выполнению заправочных работ. Например, расположение заливных горловин топливных баков с одной стороны у всех автомобилей позволяет унифицировать подъезды к заправочным колонкам, оптимально организовать движение на территории топливозаправочной станции, обеспечивает тем самым сокращение потерь времени на заправку. Этому же способствует удобство, легкость доступа к заливной горловине, достаточная пропускная ее способность, обеспечивающая заправку из высокопроизводительных колонок. В конструкции бака желательно предусмотреть возможность наблюдения за его наполнением, что позволило бы уменьшить потери топлива из-за перелива. Необходимо также простое надежное устройство, обеспечивающее достаточную точность ($\pm 0{,}5$ л) при замере объема топлива в баке.

При ежедневном обслуживании выполняются контроль уровня масла в картере двигателя (обычно с помощью указателя-стержня с нанесенными на нем метками) и доливка его при необходимости. Требования к конструкции автомобиля, направленные на обеспечение чистоты и удобства выполнения этих операций, следующие: размещение указателя уровня масла в легкодоступном месте, допускающем легкий ввод его в отверстие в блоке; удобство доступа к маслоналивной горловине; достаточная пропускная способность горловины и герметичность ее пробки.

Отклонение давления воздуха в шинах от нормы является одной из основных причин преждевременного их изнашивания. При эксплуатации шин с пониженным давлением вследствие так называемого «мостового эффекта» происходит неравномерное изнашивание протектора (более интенсивно изнашиваются края беговой дорожки), что приводит к сокращению общего пробега шины. Кроме того, при этом увеличивается сопротивление качению колес, в результате чего возрастает расход топлива, ухудшается управляемость автомобиля, увеличивается проскальзывание протектора относительно дорожного полотна, что ведет к перегреву шины, снижению ее эластичности и прочности. При повышенном давлении воздуха вследствие округления беговой дорожки и уменьшения площади пятна контакта с дорогой также неравномерно изнашивается протектор (гораздо интенсивнее изнашивается средняя часть беговой дорожки). Возрастают напряжения в нитях корда (ускоренно разрушается каркас шины), шина становится менее эластичной, повышаются динамические нагрузки при на-

езде на неровности дороги и возможны повреждения каркаса об острые препятствия. В результате срок службы шин, эксплуатируемых при повышенном давлении, снижается. Эксплуатация сдвоенных шин с неодинаковым давлением вызывает перегрузку и более быстрое изнашивание той, в которой давление выше.

С целью предупреждения преждевременного выхода шин из строя и обеспечения безопасности движения запрещается выпуск на линию подвижного состава с давлением в шинах, не соответствующим норме. Замер его и доведение до нормы производятся при каждом ТО, а в периоды между ТО — через 5...6 дней у легковых автомобилей и 10...11 у грузовых.

Удобство выполнения и качество операций по контролю внутреннего давления в шинах и доведению его до нормы определяются: приспособленностью конструкции автомобиля к проведению этих работ и, в частности, наличием свободного доступа к вентилям шин (в этом отношении очень неудобны внутренние шины сдвоенных задних колес грузовых автомобилей и автобусов); установкой уравнивателя давления в шинах для сдвоенных колес. Это способствует и увеличению срока их службы.

6.5.6. Крепежные работы

Резьбовые соединения деталей автомобиля составляют 80...90% общего количества соединений. Постепенное ослабление их в процессе эксплуатации вследствие деформирования металла, уплотнения прокладок, самопроизвольного отвертывания при знакопеременных нагрузках, вибрациях приводят к появлению зазоров между сопряженными деталями, возникновению динамических нагрузок, что в свою очередь обусловливает рост интенсивности изнашивания сопряженных поверхностей. Этим объясняется необходимость выполнения при ТО крепежных работ, которые заключаются в осмотре соединений, проверке их затяжки, подтягивании ослабленных соединений, замене негодных крепежных деталей.

По своему назначению и условиям работы крепежные соединения делятся на три группы. К первой относят соединения, обеспечивающие безопасность движения. При введении в перечень операций того или иного вида ТО крепежных работ по этим соединениям исходят прежде всего из условия обеспечения безотказной, безопасной работы автомобиля. При ТО эти соединения проверяют наиболее

тщательно, применяя специальные приборы и инструменты. Ко второй группе относятся соединения, назначением которых является обеспечение прочности конструкций. Их проверяют путем наружного осмотра крепежных деталей и стопорных устройств, пробного подтягивания инструментом. Третью группу составляют соединения, предназначенные для обеспечения плотности (соединения масло- и топливопроводов, крепление головки блока и т. д.). Проверка этих соединений осуществляется визуально по подтекам жидкости, падению давления и т. д.

На крепежные работы приходится значительная доля трудоемкости ТО: до 20% трудоемкости ТО-1 и до 17% ТО-2 [28].

Для выполнения крепежных работ применяются универсальный и специальный инструменты, динамометрические рукоятки. Крепежные работы, требующие при затяжке усилий 500...800 Н·м и более (затяжка гаек крепления дисков колес и стремянок рессор), выполняются с помощью электромеханических и пневматических гаражных гайковертов — ручных и передвижных (на тележках, перекатываемых по полу или передвигаемых по направляющим на роликах в осмотровых канавах). Применение гайковертов позволяет повышать производительность крепежных работ в 3...4 раза. В целом уровень механизации крепежных работ низок, так как из-за сложности конструкций автомобилей использование механизированного инструмента затруднительно.

Объем крепежных работ, их трудоемкость во многом определяются конструкцией автомобиля, ее приспособленностью к их выполнению. С целью уменьшения трудоемкости крепежных работ при конструировании автомобиля необходимо: стремиться к максимально возможному сокращению количества резьбовых соединений, требующих систематического контроля и подтягивания; исключать соединения, для которых характерно самопроизвольное отвертывание деталей и ослабление, что может достигаться широким применением самоконтрящихся гаек, пружинных гаек со сквозными прорезями в верхней части и т. д.; обеспечивать легкость, удобство доступа к резьбовым соединениям, требующим контроля и подтягивания, возможность подтягивания резьбового соединения без применения второго инструмента для предотвращения провертывания болта, винта, гайки; применять достаточно прочные крепежные детали, допускающие многократные подтягивания без повреждения резьбы, граней (повышению долговечно-

сти крепежных деталей способствует, в частности, антикоррозионная их защита); максимально унифицировать крепежные детали по их основным размерам и размерам под ключ как для одной модели, так и для различных моделей автомобилей.

Требования, определяющие приспособленность конструкции к производству крепежных работ, должны учитываться в проектных заданиях на разработку новых моделей автомобилей.

6.5.7. Контрольно-диагностические и регулировочные работы

Двигатель. Контрольно-диагностические и регулировочные работы составляют группу наиболее сложных и трудоемких работ ТО, выполняемых с помощью специальных приборов, стендов (часто достаточно сложных и дорогостоящих) работниками высокой квалификации.

При контрольном осмотре двигателя, его систем и механизмов выявляется наличие подтеканий масла, топлива, охлаждающей жидкости, производится проверка работы двигателя (легкость пуска, наличие резких шумов, стуков, дымления на выпуске и т. д.). Проверяются также равномерность и устойчивость работы двигателя при различной частоте вращения коленчатого вала, плотность соединений системы выпуска, показания контрольных приборов. Таким образом, при контрольном осмотре выявляются очевидные неисправности двигателя.

После контрольного осмотра производится общее диагностирование двигателя. В качестве диагностических параметров, используемых при этом, служат мощностные и экономические показатели. Определяют их с помощью динамометрических стендов, позволяющих создавать соответствующие скоростной и нагрузочный режимы двигателя. Замеренные значения диагностических параметров дают возможность судить о степени пригодности двигателя к дальнейшей эксплуатации. Если они окажутся за пределами допустимых значений, проводят поэлементное диагностирование систем, механизмов двигателя.

Отказы и неисправности двигателя возникают в основном в деталях его цилиндропоршневой группы, кривошипно-шатунном и газораспределительном механизмах, в системах зажигания, питания, охлаждения и смазки. Именно на эти механизмы и системы двигателя приходится основ-

ной объем контрольно-диагностических и регулировочных работ.

Характерными неисправностями деталей цилиндропоршневой группы, кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов являются: предельный износ цилиндров, поршневых

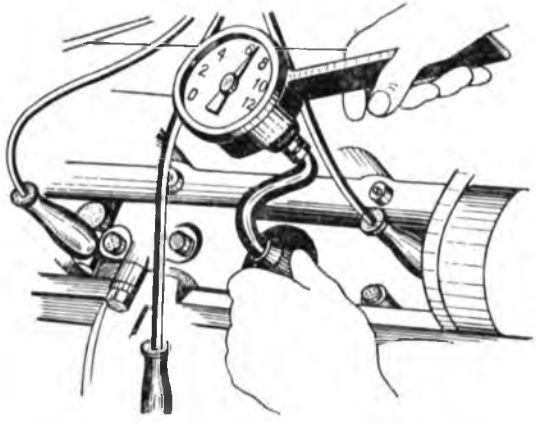


Рис. 6.14. Проверка давления конца такта сжатия компрессометром

колец, канавок, стенок и бобышек поршня, поршневых пальцев, втулок головок шатунов, вкладышей и шеек коленчатого вала; задиры зеркала цилиндра, закоксовывание и поломка поршневых колец; предельный износ толкателей и направляющих втулок, тарелок клапанов и их гнезд, кулачков распределительного вала, потеря упругости или поломка клапанных пружин.

Основными диагностическими признаками, информирующими об указанных неисправностях, являются: стуки и шум при работе двигателя; уменьшение компрессии в цилиндрах; прорыв газов в картер; утечка из цилиндров сжатого воздуха; разрежение во впускном трубопроводе; угар масла; повышенная концентрация продуктов изнашивания в картерном масле.

Оценка технического состояния деталей цилиндропоршневой группы по давлению в конце такта сжатия осуществляется с помощью компрессометра (манометра, фиксирующего максимальное значение давления) или компрессографа (записывающего манометра).

Компрессию карбюраторного двигателя проверяют после его прогрева до нормального теплового состояния

(75...95 °С), при вывернутых свечах, сообщая стартером коленчатому валу частоту вращения не менее 2,5...3 $с^{-1}$. Компрессометр резиновым наконечником плотно устанавливается в свечное отверстие (рис. 6.14). В дизельном двигателе компрессию замеряют после достижения им нормального теплового режима, но при работе на холостом ходу (частота вращения коленчатого вала 7,5...9 $с^{-1}$). Компрессия замеряется поочередно в каждом цилиндре, компрессометр устанавливается в отверстие под форсунку. Замеры компрессии повторяют 2...3 раза для каждого цилиндра.

Определение компрессии не позволяет локализовать причину негерметичности надпоршневого пространства. Она может заключаться в неплотности сопряжений поршневое кольцо — гильза цилиндра, клапан — гнездо клапана, прогорании прокладки головки блока. Для установления конкретной причины неисправности в цилиндр двигателя заливают 20...25 $см^3$ моторного масла (повышается герметичность сопряжения кольцо — гильза) и повторяют замер. Увеличение показаний компрессометра свидетельствует о неплотности поршневых колец. Если показания не изменились, необходимо проверить герметичность клапанов или прокладок.

Утечку газов, прорывающихся в картер двигателя через неплотности в поршневых кольцах, измеряют с помощью газового счетчика бытового типа или расходомера, присоединяемых к маслоналивной горловине. Картер при измерении герметизируют (закрывают вентиляционную трубку, отверстие для маслоизмерительного щупа). Замеры осуществляют при работе двигателя под нагрузкой, создаваемой динамометрическим стендом. Метод относительно прост, однако получение с его помощью достоверных сравнимых результатов сопряжено с трудностью создания условий, имитирующих работу двигателя с полной нагрузкой.

Разрежение во впускном трубопроводе двигателя зависит не только от состояния деталей цилиндропоршневой группы и газораспределительного механизма, но и от сопротивления воздушного фильтра и самого впускного трубопровода, установки зажигания, регулировки карбюратора и т. д. Измеряют разрежение с помощью вакуумметра, присоединяемого к впускному трубопроводу. Недостатком данного метода является то, что он не позволяет локализовать место неисправности.

Достаточно широко применяется в практике способ оценки технического состояния деталей цилиндропоршне-

вой группы и клапанов по относительной утечке сжатого воздуха из цилиндра, замеряемой с помощью прибора К-69М (рис. 6.15). Порядок проведения измерений следующий.

У предварительно прогретого до нормального теплового состояния двигателя определяют положение верхней мерт-

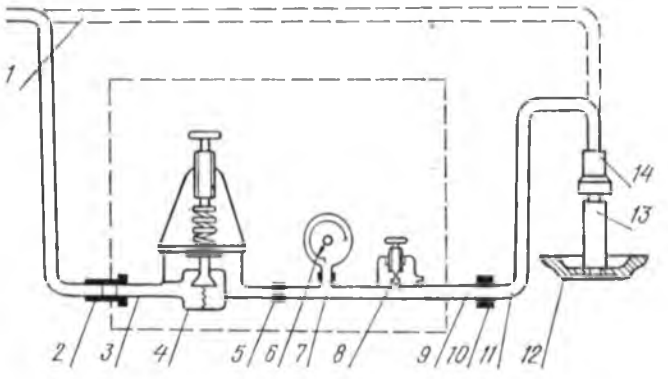


Рис. 6.15. Схема прибора К-69М для определения технического состояния двигателя:

1 — шланг от магистрали сжатого воздуха; *2*, *14* — быстросъемные муфты; *3* — входной штуцер; *4* — воздушный редуктор; *5* — калиброванное отверстие; *6* — измерительный манометр; *7* — демпфер стрелки манометра; *8* — регулировочный винт; *9* — выходной штуцер; *10* — накидная гайка; *11* — шланг для присоединения прибора к двигателю; *12* — двигатель; *13* — наконечник прибора

вой точки (в. м. т.) в первом цилиндре в конце такта сжатия. Для этого в свечное отверстие (свечи выворачивают у всех проверяемых цилиндров) первого цилиндра вставляют сигнализатор, входящий в комплект прибора, и, поворачивая пусковой рукояткой коленчатый вал двигателя, по его сигналу и соответствующим меткам (предусматриваются в конструкции двигателя) устанавливают поршень первого цилиндра в в. м. т. После этого снимают крышку и ротор прерывателя-распределителя и устанавливают на их место градуированное кольцо и стрелку-указатель так, чтобы отметка в. м. т. на кольце совпадала со стрелкой (рис. 6.16). Эта операция необходима для удобной установки в в. м. т. поршней последующих цилиндров. Затем в свечное отверстие первого цилиндра вставляют наконечник, подсоединяют его к выходному шлангу *11* (см. рис. 6.15) и подают в цилиндр воздух (через прибор при давлении, строго ограничиваемом редуктором *4*). По шкале измерительного манометра *6* определяют относительную утечку воздуха (в процентах от максимальной утечки).

Шкала манометра размечена на зоны: хорошее состояние двигателя, удовлетворительное и требующее ремонта.

Если утечка выше допустимой, продолжают замеры с целью обнаружения места негерметичности надпоршневого пространства. Для этого устанавливают поршень первого цилиндра (по стрелке-указателю) в начало такта сжатия (при этом положении кольца находятся в нижней незначительно изнашиваемой части цилиндра) и снова определяют относительную утечку. Небольшая разница результатов замеров утечки свидетельствует об износе, залегании, поломке поршневых колец. Если разница значительная, изношены гильзы цилиндров.

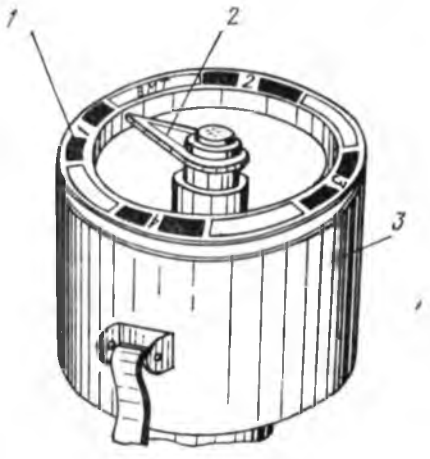


Рис. 6.16. Установка шкалы и стрелки прибора К-69М на корпус прерывателя:

1 — шкала с подставкой; *2* — стрелка; *3* — корпус прерывателя-распределителя

С целью нахождения места неплотности сжатый воздух (под давлением 0,45 МПа) подают в цилиндры непосредственно из воздушной магистрали. При этом неплотности в клапанах определяются на слух по шуму в карбюраторе при снятом воздушном фильтре или в выпускном коллекторе, а также с помощью имеющегося в комплекте прибора индикатора, устанавливаемого в свечные отверстия тех цилиндров, впускные или выпускные клапаны которых в данный момент открыты (утечка фиксируется по колебанию пушинок индикатора). Повреждение прокладки головки блока цилиндров определяется по пузырькам воздуха, появляющимся в горловине радиатора или в плоскости разъема, смоченного мыльным раствором. Повреждение прокладки головки в перемычке между смежными цилиндрами хорошо прослушивается по шуму воздуха, выходящего через свечное отверстие смежного цилиндра.

Достоинством описанного метода является возможность раздельного определения технического состояния отдельных сопряжений, деталей цилиндропоршневой группы и газораспределительного механизма. С другой стороны, он достаточно трудоемок (на полную проверку двигателя при-

бором К-69М необходимо 20 мин и более), связан с необходимостью выворачивания свечей зажигания (форсунок), и, кроме того, получаемые результаты не всегда достоверны.

Возможность оценки технического состояния деталей цилиндропоршневой группы и кривошипно-шатунного механизма двигателя методом диагностирования по составу картерного масла основывается на следующем. В процессе работы двигателя вследствие изнашивания стенок цилиндров, шеек и вкладышей коленчатого вала, поршней, поршневых колец, втулок поршневых пальцев в масло попадают продукты изнашивания (частички железа, олова, алюминия, свинца, хрома и др.). Кроме того, в масло попадают кремний при недостаточной очистке всасываемого воздуха и свинец, содержащийся в этилированном бензине. Содержание этих элементов в масле пропорционально скорости изнашивания деталей, а также коэффициенту пропуска пыли воздухоочистителем и объему несгоревшего топлива, попадающего в картер вместе с прорвавшимися газами. После выработки сопряжением своего ресурса интенсивность изнашивания деталей сильно возрастает, что вызывает резкое повышение концентрации соответствующих элементов в масле. По наличию в масле различных элементов можно анализировать изменение технического состояния двигателя и определять место неисправности. Практическая ценность метода заключается еще в том, что он позволяет выявлять отказы воздушных (по повышению содержания кремния) и масляных фильтров (по увеличению общего загрязнения масла), приводящие к ускорению абразивного изнашивания двигателя и снижению его долговечности в 1,5...2 раза.

Практически диагностирование двигателя по составу картерного масла заключается в следующем. Из картера двигателя периодически производится отбор проб масла (на каждой пробе указывается дата взятия и пробег автомобиля на этот момент). Для определения содержания в масле продуктов изнашивания и кремния используется, в частности, эмиссионный спектральный анализ. Вещество сжигается в электрической дуге, и при этом каждый химический элемент излучает световые волны строго определенной длины. Выделение необходимых длин волн спектра (аналитических линий) и определение их интенсивности производится с помощью спектрографов или квантометров (спектрометров с фотоэлектрической регистрацией). По интенсивности аналитических линий и производится опре-

деление содержания данного элемента в пробе. На основе сравнения результатов с предельным содержанием элементов для конкретных условий эксплуатации делается диагностическое заключение. С помощью, например, квантометра МФС-3 можно в течение 6 мин провести анализ наличия в масле 8...10 элементов при содержании их не менее $0{,}1...0{,}5 \cdot 10^{-4}$ %, что вполне достаточно для целей диагностирования двигателей. Согласно опытным данным, спектральный анализ позволяет выявлять потребность в замене вкладышей не менее чем за 5, а колец — за 10 тыс. км пробега до возникновения фактического отказа [24].

Ввиду сложности и высокой производительности установок спектрального анализа (на 1500...2000 автомобилей требуется одна установка) широкое применение данного метода диагностирования на автомобильном транспорте затруднено.

Диагностирование двигателя (в частности, его подшипников и клапанов) по виброакустическим сигналам основывается на следующем. Колебания, возникающие в результате ударных взаимодействий деталей двигателя (при посадке клапана на седло, перекладке поршня, изменении давления в камере сгорания, выборе зазора в шатунном подшипнике), проявляются при определенном угле поворота коленчатого вала двигателя. При этом они происходят с частотой, равной частоте вращения коленчатого вала или кратной ей. Исследование виброакустического сигнала в определенные моменты времени по углу поворота коленчатого вала и в диапазоне частоты собственных колебаний различных деталей (подшипников двигателя, клапанов и т. д.) или их гармоник позволяет осуществить диагностирование отдельных деталей двигателя (подшипников, клапанов) по параметрам вибраций.

Смещение этих процессов в ту или иную сторону (относительно определенного угла поворота коленчатого вала) будет свидетельствовать об отклонениях от нормы в работе механизма или о том, что в сопряжении имеются зазоры, не соответствующие номинальным. Наличие зазоров в значительной мере может влиять на изменение скорости тел в момент соударения, что в свою очередь вызовет изменение энергии колебаний. Упругие деформации, возникающие при соударении деталей в месте контакта, порождают волны колебаний, которые, передаваясь корпусу, вызывают его вибрацию. Колебания деталей происходят как с собственной (резонансной) частотой, так и с частотой, кратной ее гармоникам. При этом для основных деталей двига-

теля (подшипников, клапанов, колец, поршней) частоты собственных колебаний значительно различаются, что облегчает их выделение из общего спектра вибраций.

Практически диагностирование какого-либо сопряжения заключается в выделении присущего только ему импульсного сигнала из результирующего и затем в сравнении полученного сигнала с эталоном. Для съема сигнала используются, как правило, пьезоэлектрические датчики ускорений вибраций (ПДУ-1, ИС-313). Измерительное устройство включает усилитель мощности звуковых сигналов, полосовой фильтр, детектор, стробатор (устройство, пропускающее сигнал только в определенные промежутки времени), пороговое устройство, блоки измерения и выдачи результатов.

В связи с тем что виброакустический метод требует сложной контрольно-измерительной и регистрирующей аппаратуры, он не нашел пока широкого практического применения для диагностирования технического состояния двигателей, а также других агрегатов автомобилей.

Самым простым приемом диагностирования двигателей по шумам и вибрациям является прослушивание их с помощью акустического стетофонендоскопа. При этом звуковые волны передаются по слуховому стержню, приставляемому к конструкции, мембране, а от нее через слуховые трубки и наконечники к ушам контролера. Для каждого сопряжения имеют место характерные зоны прослушивания и режимы работы двигателя. Например, стук клапанов прослушивается в верхней части блока цилиндра при малой частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу двигателя при небольшом увеличении частоты вращения. Стук шатунных подшипников коленчатого вала — звонкий, среднего тона, исчезающий при отключении свечи проверяемого цилиндра — прослушивается в зоне верхней мертвой точки при резком изменении режима работы двигателя.

Для оценки технического состояния двигателя по характеру стуков, установления конкретной их причины требуется большой практический опыт.

При обнаружении стука в клапанном механизме производится проверка и регулировка тепловых зазоров между торцами стержней клапанов и толкателями или носками коромысел (при верхнем расположении клапанов). Зазоры проверяют с помощью пластинчатого щупа при полностью закрытых клапанах. При необходимости производится регулировка зазоров поочередно для каждого цилиндра в со-

ответствии с порядком их работы (начиная с первого цилиндра).

Диагностирование общего технического состояния системы питания производят методом дорожных или стендовых испытаний автомобиля. Оценка производится по расходу топлива при заданной нагрузке и составу отработавших газов. Перед проверкой расхода топлива производится испытание автомобиля по величине выбега, что необходимо для исключения влияния на получаемые результаты регулировки тормозов, подшипников ступиц колес, давления воздуха в шинах. Выбег автомобиля с номинальной нагрузкой определяется на горизонтальном прямом участке дороги при движении его по инерции со скоростью 50 км/ч до полной остановки. Контрольный расход топлива определяется при постоянной скорости от 30 до 40 км/ч для грузовых автомобилей и от 40 до 80 км/ч для легковых. Методу дорожных испытаний присущ ряд недостатков — трудность выбора участка дороги с постоянными характеристиками условий движения, влияние атмосферных факторов и др.

Диагностирование на стенде с беговыми барабанами исключает указанные недостатки и дает более достоверные результаты. Замер расхода топлива осуществляется при предварительно прогретых двигателе и трансмиссии на определенных скоростном и нагрузочном режимах (рис. 6.17).

Оценка технического состояния двигателя по составу отработавших газов имеет особо важное значение, поскольку связана с проблемой снижения загрязнения атмосферы токсичными веществами.

Из общего количества вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, на автомобильный транспорт приходится до 60% [32]. Основными источниками загрязнения окружающей среды являются отработавшие газы автомобильных двигателей. Кроме того, значительное количество вредных веществ поступает в атмосферу с картерными газами и вследствие испарения топлива.

Отработавшие газы двигателей имеют в своем составе свыше 100 различных компонентов, большинство из которых токсичны — окись углерода, различные окислы азота, альдегиды, углеводороды, сернистый газ, сажа, бензопирен и бензотрацен, свинец (при применении этилированного бензина). В табл. 6.7 приведен ориентировочный состав отработавших газов автомобильных двигателей.

Уровень токсичности бензиновых двигателей значитель-

но выше, чем дизельных. Наиболее токсичны такие компоненты отработавших газов бензиновых двигателей, как окись углерода, окислы азота, углеводороды, а также свинец.

В соответствии с ГОСТ 17.2.2.03—77 содержание СО в в отработавших газах двигателей не должно превышать значений, приведенных в табл. 6. 8.

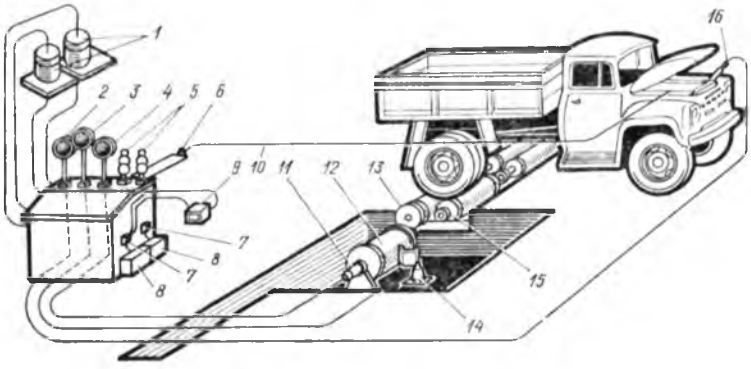


Рис. 6.17. Схема стенда с беговыми барабанами:

1 — расходные топливные сосуды; *2* — указатель температуры воды; *3* — указатель нагрузки на тормоз; *4* — тахометр; *5* — мерные приборы; *6* — кран; *7* — топливные насосы; *8* — топливные баки; *9* — аккумуляторная батарея; *10* — топливопровод; *11* — датчик тахометра; *12* — тормозное устройство; *13* — повышающий редуктор; *14* — датчик нагрузки на тормоз; *15* — беговые барабаны; *16* — датчик температуры воды

Табл. 6.7. **Состав отработавших газов**

Компоненты	Объемная доля компонентов, %		Примечание
	для бензиновых двигателей	для дизельных двигателей	
Азот	74...77	76...78	
Кислород	0,3...8	2...18	
Вода	3...5,5	0,5...4	
Двуокись углерода	5...12	1...10	
Окись углерода	1...12	0,01...0,5	Токсична
Окислы азота в пересчете на N_2O_5	0...0,8	0,001...0,4	Токсичны
Альдегиды в пересчете на формальдегид	0,2	0,002	То же
Углеводороды	0,2...3	0,01...0,1	»
Сернистый газ	0...0,002	0...0,03	Токсичен
Сажа (г/м³)	0...0,04	0,01...1,5	Токсична
Бензопирен (г/м³)	до 0,00001	до 0,00001	Токсичен

Табл. 6.8. **Предельные нормы содержания CO в отработавших газах**

Режим работы двигателя	Объемная доля CO в отработавших газах, %, не более, для автомобилей, изготовленных		
	до 01.07.78 г.	с 01.07.78 г. до 01.01.80 г.	после 01.01.80 г.
Минимальная частота вращения коленчатого вала в режиме холостого хода	3,5	2	1,5
Повышенная частота вращения коленчатого вала в режиме холостого хода (0,6 номинальной, установленной заводом-изготовителем)	2	1,5	1

Указанный ГОСТ распространяется на грузовые, легковые, специальные автомобили и автобусы с бензиновыми двигателями и полной массой более 400 кг. Проверять соответствие содержания CO в отработавших газах предельным нормам необходимо у каждого автомобиля:

на предприятиях, эксплуатирующих автомобили: при ТО-2; после ремонта автомобиля или регулировки системы питания двигателя;

при технических осмотрах автомобилей государственного и личного пользования, проводимых ГАИ МВД СССР;

на станциях ТО у автомобилей личного пользования;

на авторемонтных предприятиях при выпуске автомобилей из ремонта.

Оценка вредности отработавших газов автомобилей с дизельными двигателями производится по их дымности. Уровень дымности устанавливается ГОСТ 21393—75 «Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов» для грузовых автомобилей и автобусов с дизельными двигателями без наддува, эксплуатирующихся на всех автомобильных дорогах СССР. В качестве нормируемого параметра дымности используется оптическая плотность отработавших газов, определяемая на холостом ходу в режиме свободного ускорения и при максимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя. Согласно ГОСТу, дымность отработавших газов автомобилей МАЗ, КрАЗ, КамАЗ и их модификаций не должна превышать 40% (для выпущенных до 1.07.76 г. — 60%). На режиме максимальной частоты вращения коленчатого вала дымность отработавших газов не должна быть выше 15%.

Для определения содержания окиси углерода в отрабо-

тавших газах применяются газоанализаторы трех видов, действие которых основано [32]:

1) на определении теплового эффекта сгорания окиси углерода на предварительно нагретой каталитически активной платиновой нити. Чем больше концентрация CO в отработавших газах, тем сильнее нагревается платиновая нить при его дожигании. С изменением температуры нити изменяется ее сопротивление, что фиксируется прибором. К газоанализаторам этой группы относятся широко распространенный И-СО и более совершенный, обеспечивающий непрерывную проверку состава газов при регулировке систем двигателя, К-456;

2) на поглощении инфракрасной энергии излучения анализируемым компонентом газа (окисью углерода), в результате чего последний нагревается тем больше, чем выше его концентрация в газовой смеси. Оптико-абсорбционным датчиком температурные изменения преобразуются в электрические сигналы, которые фиксируются измерительным прибором. По такому принципу работают газоанализаторы повышенной точности: ГАИ-1, Инфралит-Абгаз (производство ГДР);

3) на методах газовой хроматографии, позволяющих определить число компонентов, входящих в состав отработавших газов. Это возможно благодаря различной скорости движения каждого из компонентов вдоль оси адсорбента.

При диагностировании дизельного двигателя по составу отработавших газов определяют степень задымленности отработавших газов и содержание сажи. Для этой цели применяется дымомер К-408, принцип работы которого основан на фотоэлектрической регистрации поглощения светового потока мерным объемом отработавших газов. Дымомер (рис. 6.18) имеет эталонную *5* и рабочую *3* трубы, внутренние поверхности которых зачернены. Отработавшие газы направляются с помощью распределительного устройства *1* с перепускным клапаном *2* в рабочую трубу или в атмосферу. В эталонную трубу с помощью вентилятора *6* подается чистый воздух, который на выходе оттесняет отработавшие газы от лампочки *4* и фотоэлемента *8*. Рукояткой *7* лампочка и фотоэлемент могут устанавливаться в положение «Эталонная труба» (при этом производится установка измерительной части прибора на нуль) или «Рабочая труба» (определяется дымность отработавших газов). Полное поглощение светового потока соответствует 100% дымности.

При поэлементной диагностике системы питания

карбюраторного двигателя проверке подвергаются следующие основные узлы и механизмы: карбюратор, топливный насос, топливные и воздушные фильтры, топливопроводы, топливные баки и фильтры-отстойники; у дизельного двигателя диагностируют техническое состояние насоса высокого давления, форсунок, топливоподкачивающего насоса, топливных и воздушного фильтров, топливопроводов.

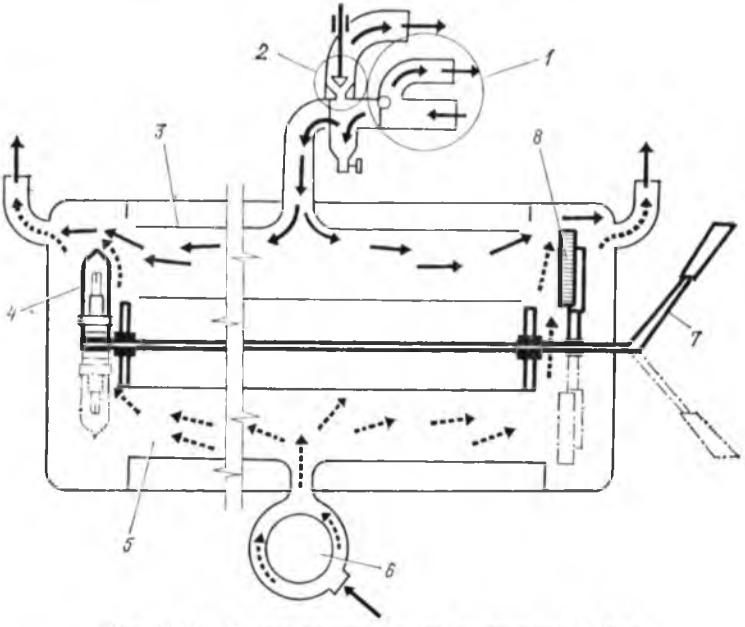


Рис. 6.18. Схема газового узла дымомера К-408

К основным диагностическим и регулировочным работам по карбюратору относятся проверка и регулировка на минимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу, проверка уровня топлива и герметичности игольчатого клапана поплавковой камеры, регулировка хода насоса-ускорителя, проверка пропускной способности жиклеров.

Регулировка карбюратора на малую частоту вращения коленчатого вала на холостом ходу производится, когда двигатель прогрет до нормального теплового режима, после проверки работы системы зажигания, приводов дроссельной и воздушной заслонок и при отсутствии подсосов воздуха во впускном трубопроводе. Порядок регулировки следующий: завертывают регулировочный винт качества

смеси до упора, затем отвертывают его на 1,5...2 оборота; с помощью упорного винта дроссельной заслонки добиваются наименьшей устойчивой частоты вращения коленчатого вала; винтом качества смеси добиваются наибольшей частоты вращения коленчатого вала, вывертывая винт упора дроссельной заслонки, опять уменьшают частоту вращения вала, сохраняя устойчивую работу двигателя, а затем с помощью винта качества смеси увеличивают частоту вращения до максимальной при новом положении упорного винта дроссельной заслонки.

Повторяя указанные операции, находят наивыгоднейшее положение обоих винтов, обеспечивающее наименьшую устойчивую частоту вращения вала двигателя. Правильность регулировки проверяют путем резкого открытия и прикрытия дросселя; при этом двигатель не должен останавливаться.

После регулировки определяют содержание окиси углерода в отработавших газах и, если оно превышает установленные нормы, обедняют смесь.

В двухкамерных карбюраторах регулировка на малую частоту вращения коленчатого вала на холостом ходу производится поочередно в обеих камерах.

Уровень топлива в поплавковой камере карбюратора влияет на состав рабочей смеси. Проверять его можно без снятия карбюратора с двигателя. Для этого вывертывают пробку под одним из жиклеров и вместо нее ввертывают штуцер приспособления со стеклянной трубкой, имеющей шкалу. Трубку устанавливают так, чтобы нулевое деление шкалы совпадало с уровнем топлива в ней. Высоту уровня топлива определяют относительно плоскости разъема поплавковой камеры. В некоторых карбюраторах для проверки уровня топлива предусматриваются простейшие устройства: контрольное отверстие, закрытое пробкой (карбюратор К-88А), специальное смотровое окно (карбюраторы К-124В, К-126Г).

Проверка уровня топлива в поплавковой камере, а также герметичности соединений карбюратора, снятого с автомобиля, может быть осуществлена с помощью прибора ГАРО мод. 577Б (рис. 6.19). Ручным насосом обеспечивается подача топлива (используется керосин) из бачка *4* по трубке *12* через блок кранов *11* в поплавковую камеру карбюратора под давлением сжатого воздуха, которое должно соответствовать давлению подачи топлива в поплавковую камеру топливным насосом двигателя. Герметичность соединений карбюратора проверяется визуально по отсутст-

вию подтеканий; уровень топлива в поплавковой камере определяется по мерной трубке *14* со шкалой.

Качество (состав) рабочей смеси существенно зависит от состояния дозирующих элементов карбюратора (жиклеров, распылителей), характеризуемого их пропускной способностью. Последняя определяется объемом воды

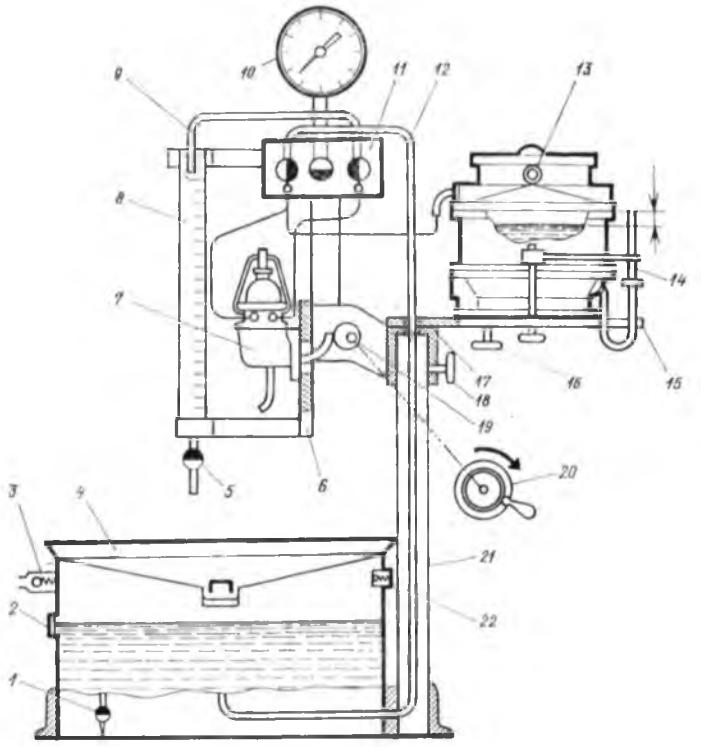


Рис. 6.19. Схема прибора ГАРО мод. 577Б для проверки карбюраторов и топливных насосов:

1 — спускной кран; *2* — смотровое стекло; *3* — штуцер для подачи сжатого воздуха; *4* — бачок; *5* — спускной кран мерного цилиндра; *6* — плита крепления насоса; *7* — проверяемый насос; *8* — мерный цилиндр; *9* — сливная трубка; *10* — манометр; *11* — блок кранов; *12* — подающая трубка; *13* — проверяемый карбюратор; *14* — мерная трубка со шкалой; *15* — плита крепления карбюратора; *16* — винт крепления карбюратора; *17* — поворотный кронштейн; *18* — винт фиксации кронштейна на стойке; *19* — эксцентрик; *20* — маховичок; *21* — стойка; *22* — предохранительный клапан

(см^3), протекающей через дозирующее отверстие жиклера за 1 мин под напором водяного столба высотой $(1 \pm 0{,}002)$ м при температуре воды (20 ± 1) °С. Для установления пропускной способности жиклеров применяют приборы с абсолютным и относительным замером.

Прибор, представленный на рис. 6.20, включает верхний бачок *1*; поплавковую камеру *2*, предназначенную для поддержания постоянного напора воды над проходным отверстием регулировочного крана *3*; трубки *4* и *7*, представляющие собой сообщающиеся сосуды; мерный сосуд *6* и шкалу 8 с делениями для определения напора, при кото-

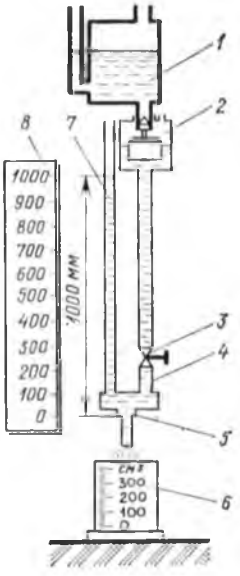


Рис. 6.20. Схема прибора для определения абсолютной пропускной способности жиклеров

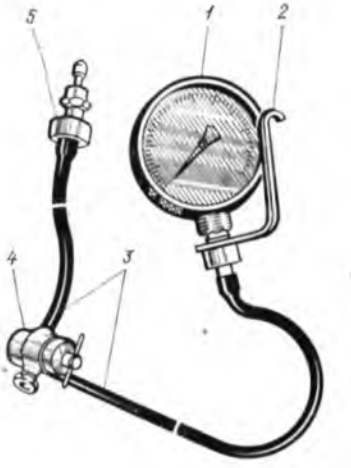


Рис. 6.21. Прибор мод. 527Б для определения давления, развиваемого топливным насосом

ром происходит истечение воды через испытуемый жиклер *5*. При проведении замера регулировочным краном в стеклянной трубке *7* устанавливают уровень воды на высоте 1000 мм. После этого определяют время истечения определенного объема воды, а затем подсчитывают расход ее в минуту. Перед проверкой жиклеров на пропускную способность их тщательно промывают в ацетоне с целью удаления грязи, жировой пленки и смолистых отложений.

Контроль технического состояния топливного насоса включает периодическую очистку его отстойника и сетки фильтра, а также проверку подачи насоса, создаваемых им максимального давления и разрежения и герметичности клапанов. Для проверки работоспособности топливного насоса непосредственно на автомобиле используют прибор

(рис. 6.21), состоящий из манометрической головки *1*, скобы *2* для крепления прибора на двигателе, шлангов *3* со штуцерами *5*, запорного крана *4*. Прибор присоединяется штуцерами *5* к карбюратору и трубке, идущей к нему от насоса. Давление, развиваемое насосом, замеряют при работающем на малой частоте вращения коленчатого вала двигателе и открытом запорном кране. Герметичность клапанов бензонасоса определяют по падению давления после перекрытия крана и остановки двигателя. При исправном насосе падение давления не должно превышать 0,01 МПа за 30 с.

Работоспособность топливного насоса, снятого с автомобиля, может быть оценена прибором ГАРО мод. 577Б (см. рис. 6.19). С его помощью определяют максимальное давление, развиваемое насосом при перекрытом нагнетательном канале, его подачу (по объему топлива, истекшего в мерный цилиндр за 10 оборотов вала привода), создаваемое насосом разрежение и герметичность клапанов (по падению давления в течение 30 с после достижения максимального значения).

Техническое состояние карбюратора проверяется на безмоторной установке (рис. 6.22), позволяющей воспроизводить реальные условия его работы на двигателе и осуществлять испытание на всех характерных скоростных и нагрузочных режимах работы двигателя от холостого хода до максимальной мощности. Установка состоит из двух основных узлов: системы разрежения и системы питания с контрольно-измерительными приборами. Система разрежения включает: вакуумный насос *17*, два отстойника *14* и *18*, предназначенные для отделения топлива от воздуха, бачок *15*, из которого через форсунку *16* подается вода для охлаждения вакуумного насоса. Система питания состоит из бачка *1*, из которого топливо самотеком поступает в мерные шары штихпробера *3*, и топливного насоса *13* для подачи топлива в поплавковую камеру проверяемого карбюратора *9*. Подача воздуха в карбюратор осуществляется через насадок *8* входного патрубка. В последнем устанавливаются сменные диафрагмы с отверстиями различного диаметра, что позволяет регулировать расход воздуха, проходящего через карбюратор. Для этой же цели служит дроссель *11*. С помощью сменных диафрагм, дросселя *11* и дросселя смесительной камеры проверяемого карбюратора предоставляется возможность обеспечивать при постоянном разрежении, создаваемом вакуумным насосом, различные режимы работы карбюратора. Пьезометры (водяной *5* и

ртутный *6*) позволяют измерять разрежение до и после диафрагмы. Расход топлива карбюратором определяется с помощью штихпробера.

Оценка технического состояния проверяемого карбюратора дается на основании сравнения полученных значений расхода топлива на различных режимах с контрольными,

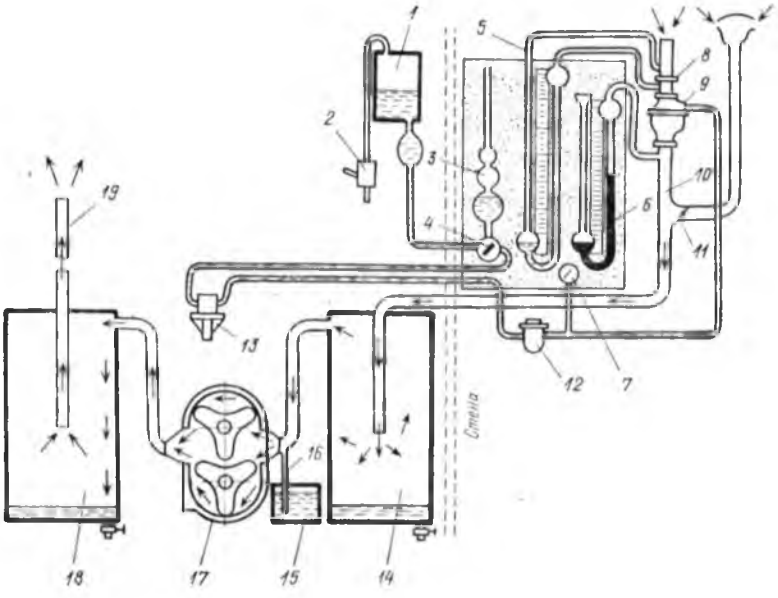


Рис. 6.22. Схема установки мод. НИИАТ 489А для проверки карбюраторов:

1 — бачок для топлива; *2* — насос для заполнения бачка топливом; *3* — штихпробер; *4* — трехходовой кран; *5* — водяной пьезометр; *6* — ртутный пьезометр; *7* — манометр; *8* — насадок с диафрагмой для замера расхода воздуха; *9* — проверяемый карбюратор; *10* — впускной трубопровод; *11* — дроссель во впускном трубопроводе установки; *12* — фильтр; *13* — топливный насос; *14* — первый отстойник; *15* — бачок для воды; *16* — форсунка; *17* — вакуумный насос; *18* — второй отстойник; *19* — выпускной трубопровод

установленными на эталонных, заведомо исправных карбюраторах.

Для системы питания дизельного двигателя важной характеристикой технического состояния является ее герметичность. Подсос воздуха в систему питания, имеющий место при нарушении герметичности топливопроводов и их соединений на участках, находящихся под разрежением, обусловливает затруднение пуска дизеля, неустойчивую

работу его на малой частоте вращения коленчатого вала, снижение мощности двигателя.

Проверка герметичности производится при каждом очередном техническом обслуживании автомобиля. Негерметичность топливопроводов, работающих под давлением, обнаруживается по подтеканию топлива в местах соединений, а также по выделению пены или пузырьков воздуха из-под

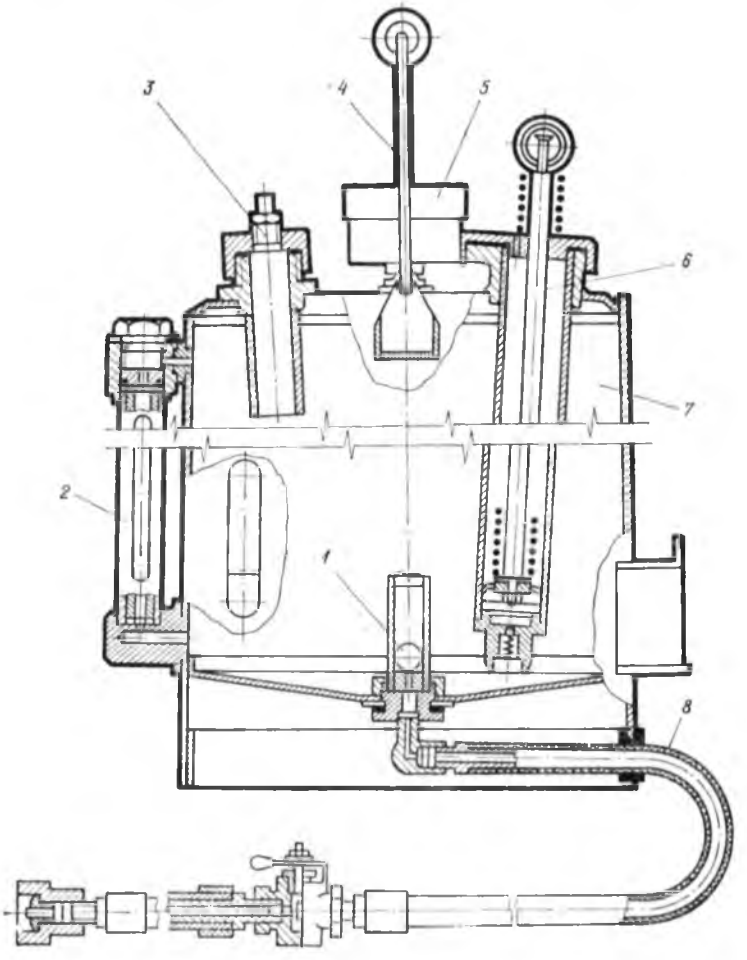


Рис. 6.23. Бачок для проверки герметичности топливной системы дизеля:

1 — клапан; *2* — топливомерная трубка; *3* — кран для выпуска воздуха; *4* — рукоятка; *5* — манометр; *6* — воздушный насос; *7* — бачок; *8* — шланг

ослабленной контрольной пробки на крышке фильтра тонкой очистки при работе двигателя в режиме малой частоты вращения коленчатого вала.

Для выявления неплотностей в системе питания дизельного двигателя может применяться специальный бачок (рис. 6.23), снабженный воздушным насосом *6*, топливомерной трубкой *2*, манометром *5*. Через шланг *8* его присоединяют к подающему топливопроводу, отсоединенному от бака. Предварительно отсоединяют от топливного бака и герметизируют топливопровод, отводящий излишек топлива из системы. С помощью воздушного насоса топливо из бачка (бачок заполняют на 4/5 объема) подается под давлением 0,3 МПа в топливную систему.

Негерметичность топливопроводов выявляют по наличию в местах неплотностей пузырьков воздуха и подтеканию топлива.

Работоспособность дизельного двигателя в большой мере определяется техническим состоянием топливоподкачивающего насоса, насоса высокого давления и форсунок. Причиной затрудненного пуска может быть снижение давления впрыска топлива, ухудшение распыливания топлива при закоксовывании или изнашивании сопловых отверстий распылителя форсунки. Неравномерная подача топлива секциями топливного насоса вызывает неустойчивую работу двигателя на малой частоте вращения коленчатого вала. Несвоевременное или избыточное поступление топлива, ухудшение распыливания топлива форсунками, подтекание форсунок приводят к неполному сгоранию топлива и повышенной дымности двигателя. Недостаточная цикловая подача топлива, нарушение угла опережения впрыска, ухудшение распыливания, неравномерность подачи топлива насосом ведут к снижению мощности двигателя.

При диагностировании проверяют подачу топливоподкачивающего насоса при заданном противодавлении и развиваемое им давление при полностью перекрытом нагнетательном канале. Для топливного насоса высокого давления проверяют момент начала и равномерность поступления топлива в цилиндры и подачу насоса.

Проверка насосов (топливоподкачивающего и высокого давления) производится на стенде СДТА-1 (рис. 6.24) или других аналогичных стендах.

Для определения начала поступления топлива применяют моментоскоп (рис. 6.25), представляющий собой стеклянную трубку, присоединяемую поочередно к выходному штуцеру каждой нагнетательной секции насоса в порядке

работы двигателя, и градуированный диск, устанавливаемый на корпусе насоса, со стрелкой, закрепляемой на валу привода.

При проворачивании вала насоса топливо подается секцией в трубку моментоскопа. Момент начала движения топлива по трубке фиксируется по градуированному диску.

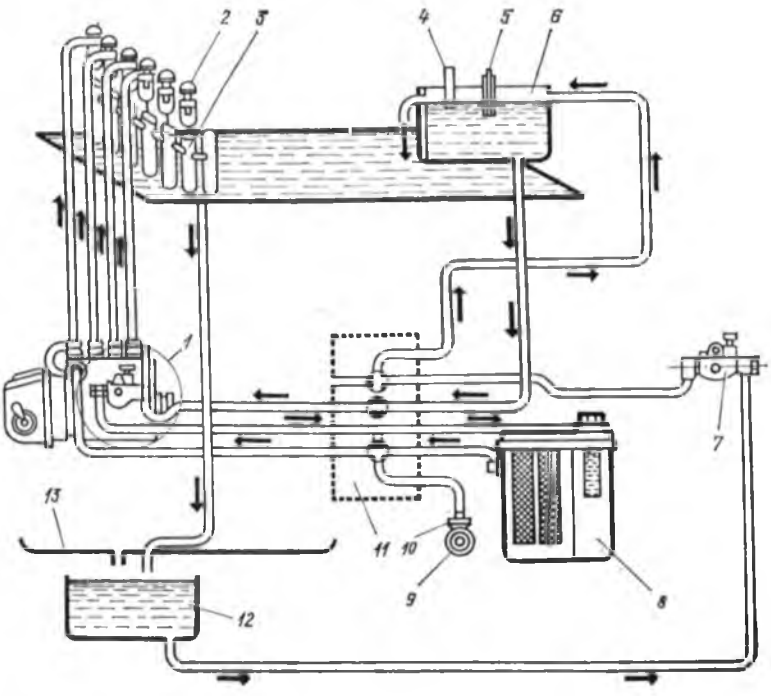


Рис. 6.24. Схема стенда СДТА-1 для проверки топливных насосов дизельных двигателей:

1 — испытуемый топливный насос; *2* — форсунки; *3* — мерные цилиндры; *4* — указатель уровня топлива; *5* — термометр; *6* — верхний топливный бак; *7* — подкачивающий насос стенда; *8* — топливные фильтры; *9* — манометр; *10* — демпфер; *11* — распределитель топлива; *12* — нижний топливный бак; *13* — стол стенда

Для последующих цилиндров начало поступления топлива должно соответствовать строго определенным углам поворота вала (допустимая неточность не должна превышать 1/3 градуса).

Регулировка топливного насоса на начало подачи топлива его секциями осуществляется с помощью болта, ввернутого в толкатель плунжера секции насоса (у топливных

насосов двигателей КамАЗа — путем установки под плунжер пяты толкателя определенной толщины).

Объем топлива, подаваемого каждой секцией насоса, замеряется с помощью мерных цилиндров стенда. При этом используется комплект эталонных форсунок, соединяемых с секциями насоса топливопроводами одинаковой длины.

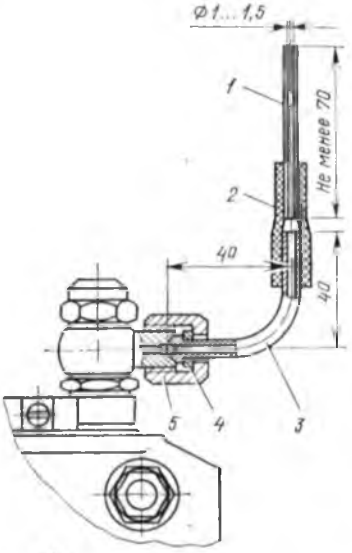


Рис. 6.25. Моментоскоп:
1 — стеклянная трубка; *2* — переходная трубка; *3* — топливопровод высокого давления; *4* — шайба; *5* — накидная гайка

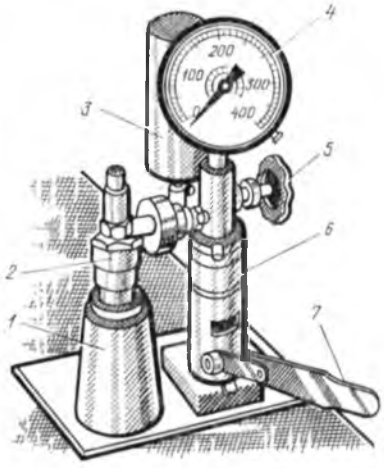


Рис. 6.26. Прибор КП-1609А для проверки форсунок:
1 — защитный прозрачный колпак; *2* — проверяемая форсунка; *3* — бачок для топлива; *4* — манометр; *5* — запорный вентиль; *6* — корпус прибора; *7* — рычаг

Неравномерность поступления топлива, обеспечиваемого различными секциями, не должна превышать 3%.

Подачу топлива каждой секцией насоса регулируют поворотом ее корпуса относительно корпуса насоса в ту или другую сторону.

Форсунки двигателя можно проверять непосредственно на работающем двигателе. Ослабив накидную гайку у штуцера форсунки, прекращают поступление топлива в форсунку и работу цилиндра. Если проверяемая форсунка исправна, то выключение ее из работы приведет к перебоям в работе двигателя, уменьшению частоты вращения коленчатого вала, характер дымления при этом не изменится. Выключение же неисправной форсунки не изменит характера

работы двигателя, но приведет к снижению дымности выпуска.

При ТО-2 и после ремонта форсунки проверяют на герметичность, давление начала подъема иглы и качество распыливания топлива. Для выполнения этих работ может быть использован прибор КП-1609А (рис. 6.26), состоящий из топливного бачка *3*, секции топливного насоса высокого давления, плунжер которой приводится в действие рычагом *7*, манометра *4*.

Для проверки герметичности форсунки медленно затягивают ее регулировочный винт и с помощью насоса создают в ней давление до 30 МПа, после чего подачу топлива прекращают. Время падения давления с 28 МПа до 23 МПа должно быть не менее 5 с (при новом распылителе оно составляет 20...30 с).

Давление начала подъема иглы форсунки проверяют по его значению в момент впрыска топлива. Для этого, завернув до отказа запорный вентиль *5*, рычагом *7* насоса плавно повышают давление в форсунке, наблюдая за началом впрыска. У форсунок двигателей КамАЗа давление в момент начала подъема иглы равно $18^{+0,5}$ МПа. Регулировка форсунок на давление начала подъема иглы осуществляется путем изменения натяжения пружины, прижимающей иглу к отверстию распылителя, с помощью регулировочного винта или регулировочных шайб, устанавливаемых под пружину.

На приборе КП-1609А проверяется также качество распыливания топлива форсункой. Для этого при закрытом запорном вентиле *5* производят несколько резких качков рычагом насоса. Топливо должно распыливаться до туманообразного состояния и равномерно распределяться по конусу распыливания.

Характерными неисправностями системы охлаждения двигателя являются появление неплотностей или повреждений шлангов, трубок радиатора, ослабление натяжения или обрыв ремня вентилятора, неисправность датчика включения гидромуфты привода вентилятора, заклинивание заслонки термостата, поломка крыльчатки водяного насоса, образование накипи и др. Эти неисправности проявляются в подтеканиях охлаждающей жидкости, перегреве двигателя, закипании воды в радиаторе, замедленном прогреве двигателя после пуска. Причиной перегрева двигателя могут быть длительная работа на форсированном режиме, неправильная регулировка системы зажигания и питания.

Контроль системы охлаждения двигателя состоит в оценке теплового состояния системы и ее герметичности, проверке натяжения ремня вентилятора, работы термостата.

Перепад температур в верхнем и нижнем бачках радиатора определяют с помощью термопар или электрических термометров. Его уменьшение (нормой является разность температур 8...12 °С) свидетельствует о наличии накипи или загрязнении радиатора. Для установления герметичности системы ее опрессовывают сжатым воздухом, который подается в верхнюю незаполненную часть радиатора под давлением 0,06 МПа, при неработающем двигателе, при этом выявляются наружные неплотности системы. Затем проверяют герметичность при работающем двигателе на минимальной частоте вращения коленчатого вала, определяя по колебаниям стрелки манометра наличие внутренних неплотностей системы, которые вызываются в основном повреждениями прокладки головки блока.

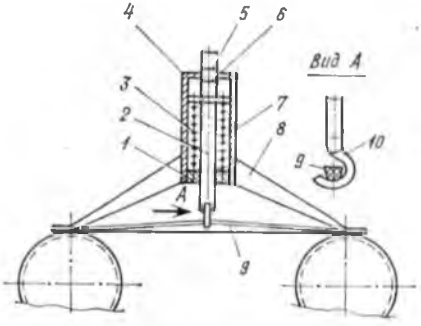


Рис. 6.27. Устройство для контроля и регулировки натяжения приводных ремней автомобилей

Натяжение ремня привода вентилятора определяется путем замера прогиба ремня при нажатии посередине между шкивами вентилятора или генератора и шкивом коленчатого вала с усилием 30...40 Н. С этой целью применяют простейшие устройства типа металлической пластины с отверстием посередине, в которое входит стержень со шкалой. Стержень сжимает протарированную пружину. Пластина прикладывается к наружной поверхности ремня, создается определенное усилие на стержень и по делениям шкалы определяется прогиб ремня, который не должен превышать 10...20 мм.

Устройства такого типа неудобны, так как не позволяют совмещать контроль натяжения ремня с одновременной его регулировкой, что ведет к неоправданному увеличению трудоемкости этих работ. На рис. 6.27 показано разработанное Поволжским филиалом НИИАТа устройство для контроля и регулировки натяжения приводных ремней двигателя автомобиля КамАЗ. Оно представляет собой цилин-

дрический корпус *7* с опорами *8* для установки на контролируемый ремень в желоба шкивов.

В корпус вмонтированы шток *2*, имеющий кольцевые риски *5* и *6* максимального и минимального допустимого натяжения ремня *9*, и захват *10* для ремня, динамометрическая пружина *3* и регулировочная гайка *1*.

Если при замере прогиба против торца *4* оказывается участок штока, ограниченный кольцевыми рисками, это свидетельствует о том, что натяжение ремня соответствует установленным требованиям. При необходимости регулировка натяжения производится без демонтажа устройства с одновременным контролем степени натяжения. Применение данного устройства позволяет снизить трудоемкость операций контроля и регулировки в 3...4 раза.

Регулировка натяжения ремня вентилятора осуществляется путем смещения корпуса генератора.

Контроль технического состояния системы смазывания двигателя осуществляется по следующим признакам:

по уровню масла в картере. Снижение уровня может быть обусловлено подтеканием масла через неплотности в системе смазывания, а также угаром масла, имеющим место вследствие насосного действия поршневых колец;

по давлению масла в системе. Снижение давления может быть следствием разжижения масла топливом, протекающим в картер двигателя, засорения или заедания плунжера редукционного клапана в открытом положении, а также относительно большой степени изношенности подшипников коленчатого и распределительного валов. Резкое повышение давления вызывается засорением или заеданием плунжера редукционного клапана в закрытом положении, засорением системы;

по качеству картерного масла. Ухудшение качества масла связано с загрязнением его механическими примесями (продуктами изнашивания трущихся поверхностей деталей двигателя, минеральными веществами, попадающими в двигатель с запыленным воздухом), разжижением масла топливом, окислением его под действием кислорода воздуха, попадающего в картер двигателя и контактирующего с нагретым и распыленным маслом. Наконец, качество масла ухудшается из-за срабатывания присадок;

по состоянию фильтров грубой и тонкой очистки.

При техническом обслуживании производится проверка уровня масла в картере (при необходимости пополнение его до установленной нормы), его качества специальными при-

борами или визуально по цвету и прозрачности его на маслоизмерительном щупе, очистка фильтров, замена фильтрующих элементов, проверка системы вентиляции картера, очистка ее деталей (трубок, клапанов).

Периодичность смены масла в двигателе зависит от многих факторов (от степени изношенности двигателя, дорожных и климатических условий и т. д.) и колеблется в пределах от 1,5 до 10 и более тысяч километров. При смене масла систему смазки промывают, используя для этого маловязкое веретенное масло, смесь масла с дизельным топливом или специальную промывочную жидкость. Смена масла и промывка системы смазки производится обычно при ТО-2.

С системой зажигания связано около половины всех отказов и неисправностей карбюраторного двигателя. Основными неисправностями, характерными для системы зажигания, являются:

по свечам зажигания — увеличение зазора между электродами, образование трещин в изоляторе, нагара, замасливание нижней части свечи;

по прерывателю-распределителю — предельный износ, окисление контактов прерывателя тока низкого напряжения, нарушение зазора между контактами, предельный износ кулачка или втулки текстолитовой шайбы прерывателя, загрязнение крышки и ротора распределителя тока высокого напряжения, образование трещин в них, ослабление пружины или заедание центробежного регулятора, повреждение диафрагмы, неправильная начальная установка угла опережения зажигания;

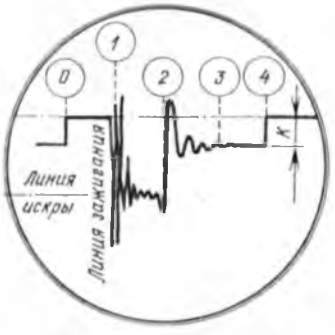
по конденсатору — пробой диэлектрика, обрыв выводного провода, ухудшение изоляции;

по катушке зажигания — разрывы и межвитковые замыкания в обмотках.

Неисправности в свечах зажигания приводят к затрудненному пуску двигателя, перебоям в его работе. Основными признаками, свидетельствующими о неисправностях прерывателя-распределителя и конденсатора, являются перебои в работе двигателя, повышенное искрообразование в контактах, полный отказ в работе двигателя. Техническое состояние системы зажигания в большой мере влияет на мощностные и экономические показатели двигателя. В частности, несоответствие угла установки зажигания техническому состоянию двигателя является наиболее распространенной причиной снижения его мощности и ухудшения экономичности.

Техническое состояние приборов системы зажигания

оценивают по изменению их рабочих характеристик. Диагностирование системы зажигания заключается в определении параметров, характеризующих мощность искры на свечах зажигания, напряжение во вторичной цепи, состояние контактов прерывателя, действие центробежного и вакуумного регуляторов, состояние конденсатора, изоляции проводов. Для диагностирования используются различные электронные стенды, осциллографы, позволяющие наблюдать протекание электрических процессов в первичной и вторичной цепях системы зажигания и сравнивать полученные осциллограммы с эталонными, что дает возможность оценивать состояние системы и определять неисправности отдельных ее элементов.



6.28. Нормальная осциллограмма низкого напряжения первичной цепи зажигания

На рис. 6.28 показана нормальная осциллограмма низкого напряжения первичной цепи системы (для одного цилиндра). Участок *0—1* соответствует замкнутому состоянию контактов, его длина — величине зазора в контактах, а высота порожка *K* характеризует напряжение аккумуляторной батареи. Точка *1* соответствует моменту размыкания контактов, участок *1—2* — продолжительности искры, а *2—3* — процессу рассеивания оставшейся энергии в катушке зажигания и конденсаторе. Наконец, участок *3—4* соответствует еще разомкнутому состоянию контактов, колебательный процесс в системе уже закончился. Различные отклонения получаемых осциллограмм от нормальной (эталонной) свидетельствуют о наличии неисправностей в элементах системы. Например, если на границе — точка *4* — наблюдаются дополнительные всплески напряжения, значит контакты прилегают неплотно, увеличение длины участка *0—1* говорит об уменьшении зазора в контактах. Сравнение осциллограмм различных цилиндров (при накладывании их одна на другую) позволяет в соответствии с порядком работы цилиндров легко определить место неисправности.

При ТО-2 производится проверка состояния свечей зажигания, очистка их от нагара, регулировка зазора между электродами. Для этого применяют прибор Э-203, включающий устройства для очистки свечей и проверки их на искро-

образование и герметичность. Очистка свечей от нагара производится мелким просеянным прокаленным песком, который струей сжатого до 0,3...0,6 МПа воздуха подается на нижнюю ее часть. При этом свеча должна быть плотно вставлена в отверстие пескоструйной камеры. После очистки свечу обдувают сжатым воздухом, проверяют и регулируют зазор между электродами и затем проверяют на искрообразование и герметичность. Для этого свечу ввёртывают в отверстие воздушной камеры со смотровым окном, в которой создается давление до 0,6 МПа. Герметичность проверяется по скорости падения давления в камере. Для подачи на свечу импульсов высокого напряжения в конструкции прибора предусмотрено электрическое устройство, аналогичное по принципу действия системе зажигания. Характер искры оценивается сравнением с искрой эталонной свечи.

При техническом обслуживании проверяется внешнее состояние прерывателя и зазор между контактами. Принцип его определения основан на зависимости средней силы тока, протекающего через замкнутые контакты, от угла замкнутого их состояния, который в свою очередь зависит от зазора между контактами. Проверка может производиться с помощью прибора Э-213. При этом ток измеряется микроамперметром со специальной шкалой. Угол замкнутого состояния контактов должен быть в пределах 40...45° для четырехцилиндровых двигателей, 38...43° — шестицилиндровых и 23...33° — восьмицилиндровых. Регулировка зазора между контактами производится перемещением неподвижного контакта с помощью регулировочного эксцентрика. В прерывателе проверяется также натяжение пружины подвижного контакта. Усилие в момент начала размыкания контактов, измеряемое пружинным динамометром, должно быть в пределах 4...6 Н.

С помощью прибора Э-213 можно проверить также емкость конденсатора и сопротивление изоляции. Проверка может осуществляться непосредственно на двигателе.

При техническом обслуживании производится внешний осмотр распределителя, замена крышки при наличии в ней трещин, зачистка обгоревших ее электродов и пластины ротора, проверка начального угла опережения зажигания, работы центробежного и вакуумного регуляторов опережения зажигания.

Указанные проверки могут производиться с помощью стробоскопического переносного прибора мод. Э-102. Начальный угол опережения зажигания проверяется на прогретом двигателе при минимальной частоте вращения ко-

ленчатого вала (при этом регуляторы не работают). На таком режиме метка на маховике, соответствующая в. м. т., при освещении короткими импульсами света будет казаться неподвижной и при правильной установке начального угла опережения зажигания будет совмещаться с меткой на картере сцепления. В противном случае угол опережения зажигания регулируют поворотом корпуса прерывателя-распределителя. Если при постепенном увеличении частоты вращения коленчатого вала двигателя подвижная метка плавно смещается относительно неподвижной, это свидетельствует об исправности центробежного регулятора. Если же подвижная метка перемещается рывком, значит центробежный регулятор неисправен (заедание осей, заклинивание грузиков). Для проверки вакуумного регулятора необходимо при работе двигателя на холостом ходу при частоте вращения коленчатого вала 30... 40 $с^{-1}$ быстро подключить трубку вакуумного регулятора. Резкое отклонение подвижной метки доказывает его исправность.

Оценка работоспособности катушки зажигания может быть дана при сравнении осциллограммы вторичного напряжения с эталонной. Если напряжение на осциллограмме превышает 20 кВ при снятом со свечи проводе, катушка зажигания находится в исправном состоянии.

Определение места неисправности механизмов, систем двигателя представляет собой сложную задачу. Между механизмами, узлами, системами двигателя существует функциональная взаимосвязь, параметры одного из них могут зависеть от состояния другого, неодинаково влияя при этом на работу двигателя в целом. Для сокращения объема контрольно-диагностических работ очень важно знать рациональную последовательность определения частных параметров в процессе диагностирования для наиболее быстрого определения места неисправности. Эта последовательность устанавливается на основании анализа комбинаций комплексных показателей, данных о надежности элементов, систем двигателя в конкретных условиях эксплуатации.

Агрегаты трансмиссии. При общей диагностике трансмиссии основными оценочными параметрами могут быть суммарные потери мощности на прокручивание трансмиссии, определяемые с помощью динамометрического стенда, или выбег при отключенном двигателе, а также суммарный люфт в трансмиссии. Общее диагностирование, однако, не позволяет установить конкретное место неисправности.

В основном отказы агрегатов трансмиссии являются

следствием нарушения регулировки, режимов смазки и образования больших суммарных зазоров в сопряжениях, обусловливающих значительные динамические нагрузки на детали агрегатов.

В частности, в процессе эксплуатации в сцеплении может иметь место изнашивание и замасливание фрикционных накладок, потеря упругости нажимных пружин или ослабление затяжки центральной пружины, отсутствие свободного хода педали сцепления, неправильная установка внутренних концов рычагов выключения сцепления относительно рабочей поверхности нажимного диска. Эти явления вызывают неполное включение (пробуксовку) сцепления, при котором часть мощности двигателя бесполезно расходуется на нагрев и изнашивание дисков сцепления, резко снижаются тяговые качества автомобиля, увеличивается расход топлива.

Неполное включение сцепления обнаруживается при трогании автомобиля с места или при движении на подъем. Неполное его выключение (сцепление «ведет») при большом зазоре между выжимным подшипником и рычагами выключения, при короблении ведомого диска, перекосе рычагов выключения, при попадании воздуха в систему гидравлического привода устанавливается по затрудненному переключению передач, по шуму, скрежету шестерен при включении передачи.

В коробке передач изнашиваются шестерни (поломка зубьев, выкрашивание их рабочих поверхностей), шлицевые валы, подшипники, что является причиной шума при работе коробки. При предельном износе фиксаторов, шестерен и синхронизаторов передача самопроизвольно выключается. Неисправности в механизме переключения передач, прогиб и заедание валиков, изношенность фиксаторов, поломка их пружин являются причиной затрудненного переключения передач, одновременного включения двух передач.

Для карданной передачи характерны изнашивание отверстий в вилках кардана, игольчатых подшипников, крестовин, шлицевых соединений, а также деформирование (изгиб) вала вследствие наезда на дорожное препятствие. Неисправности карданной передачи проявляются в виде шума, вибраций и резких стуков в карданах, возникающих при движении автомобиля в момент переключения передач, при резком изменении частоты вращения коленчатого вала. Биение карданного вала вызывает интенсивное изнашивание агрегатов трансмиссии, вибрации кузова.

Отказы и неисправности главной передачи проявляются

при значительной степени изношенности или поломке зубьев шестерен, подшипников или нарушении регулировки последних и др. При засорении сапуна картера главной передачи раньше выходят из строя сальники, что ведет к утечке масла и понижению его уровня в картере. Основным признаком указанных неисправностей главной передачи и механизма дифференциала является шум различного характера и тона (в зависимости от вида неисправности): отдельные стуки, шум высокого тона, пульсирующий прерывистый.

При техническом обслуживании агрегатов трансмиссии производятся следующие основные контрольно-диагностические и регулировочные работы.

По механизму сцепления проверяется свободный ход педали, полнота выключения сцепления при переключении передач, отсутствие пробуксовки при передаче крутящего момента. Свободный ход педали сцепления замеряется специальной линейкой с двумя движками. Он соответствует необходимому зазору между подшипником муфты выключения сцепления и рычажками включения и для большинства отечественных автомобилей находится в пределах: 28...42 мм для легковых и 32...50 мм для грузовых. Для регулировки свободного хода педали изменяется длина тяги привода включения сцепления. У автомобилей КамАЗ, имеющих гидравлический привод выключения сцепления, регулируется зазор между толкателем и поршнем главного цилиндра и свободный ход рычага вилки выключения сцепления. Отсутствие пробуксовки сцепления можно проверить с помощью стробоскопических устройств. Для этого при испытании автомобиля на динамометрическом стенде на прямой передаче и при максимальной нагрузке импульсы света стробоскопического прибора, включенного в электрическую цепь системы зажигания, направляют на карданный вал, который при отсутствии пробуксовки будет казаться неподвижным.

Техническое состояние механических коробок передач оценивается по люфтам, шуму и вибрациям, а также по тепловому состоянию.

Для диагностирования по люфтам используется специальный люфтомер-динамометр (рис. 6.29). Замер производится следующим образом. Неподвижной губкой *3* захватная скоба люфтомера накладывается на ближнюю к заднему мосту крестовину карданного вала, после чего затягивается подвижная губка *4* скобы с помощью однозаходного червяка *5*. Карданная передача блокируется ручным тормозом. После этого рукояткой *1* с динамометрическим

устройством поворачивают с определенным усилием карданную передачу до полной выборки люфта в одну сторону и совмещают нуль шкалы измерительного прибора *2* со стрелкой, свободно висящей на оси. Затем (опять с определенным усилием) карданный вал поворачивают рукояткой в другую сторону и по показаниям прибора определяют угловой за-

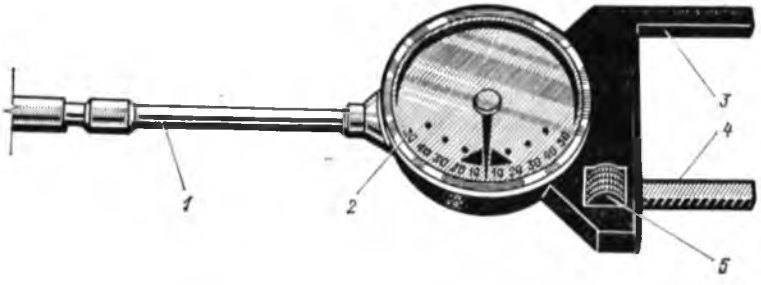


Рис. 6.29. Люфтомер-динамометр для диагностирования трансмиссии

зор в подвижных сочленениях карданной передачи. После этого ручной тормоз отпускают, замеряют суммарные угловые зазоры последовательно на каждой передаче и вычитают из них величину углового зазора в карданной передаче. Таким образом определяют угловые люфты на каждой передаче коробки. Они не должны превышать: на первой передаче 4°, второй — 5...6, третьей — 7, четвертой — 8...9, на передаче заднего хода — 4...5°.

Для оценки технического состояния коробки передач по шумам и вибрациям используются стетоскопы, позволяющие фиксировать изношенность зубчатых зацеплений, близкую к предельной. Для получения точной информации по указанным диагностическим параметрам требуется сложная электронная аппаратура.

Диагностирование гидромеханической коробки передач может осуществляться тепловым методом. При этом основным диагностическим параметром служит температура масла при сливе из трансформатора и в поддоне. Верхний ее предел должен быть не более 125 °С на сливе и 110 °С в поддоне (в жаркое время года). Контролируется температура с помощью датчиков, устанавливаемых в клапане слива и в поддоне.

Проверка технического состояния карданной передачи производится по суммарному угловому люфту с помощью люфтомера-динамометра (см. рис. 6.29). Предель-

ный суммарный угловой люфт карданной передачи составляет 5...6°.

Биение карданного вала вследствие погнутости может быть установлено с помощью несложного устройства, включающего индикатор, поперечную и продольную штанги и зажимы, посредством которых устройство крепится к лонжеронам рамы или на осмотровой канаве. Проверка производится при минимальной частоте вращения коленчатого вала двигателя при включенной первой передаче коробки передач. Допустимое биение труб карданных валов — 1,2 мм для автомобилей ГАЗ и 0,8 мм для ЗИЛ-130.

При диагностировании главной передачи проверяют осевой зазор в подшипниках ведущего вала. Проверка производится с помощью индикатора или люфтомера. Предельно допустимый зазор в подшипниках вала ведущей шестерни главной передачи автомобиля ГАЗ-53А составляет 0,03 мм, у автомобиля ЗИЛ-130 осевой зазор не допускается. Осевые зазоры в главной передаче регулируют с помощью регулировочных шайб и прокладок. При регулировке подшипников вала ведущей шестерни главной передачи автомобиля ЗИЛ-130 толщину шайб между внутренним кольцом переднего роликового подшипника и распорной втулкой подбирают так, чтобы после затяжки гайки фланца ведущей шестерни момент сопротивления ее вращению в подшипниках не превышал 1...3,5 Н·м. Затяжку подшипников проверяют с помощью пружинного динамометра.

Ходовая часть. При эксплуатации автомобиля, особенно в тяжелых дорожных условиях, в ходовой его части могут возникнуть следующие основные неисправности: изгиб, трещины, изломы продольных балок и поперечин рамы, ослабление заклепочных и болтовых соединений, потеря упругости или поломка листов рессор, потеря работоспособности амортизаторов, изгиб и реже скручивание передней балки, предельный износ шкворневых соединений, отверстий в диске под шпильки крепления колес к ступице, подшипников ступиц и их гнезд, предельный износ и повреждение шин. Указанные неисправности вызывают нарушение углов установки передних колес, что приводит к нарушению их стабилизации, затруднению управления автомобилем, усиленному и неравномерному изнашиванию шин, увеличению расхода топлива вследствие повышения сопротивления качению колес.

К основным контрольно-диагностическим и регулировочным работам, выполняемым при ТО ходовой части, относятся контроль состояния шин и доведение до нормы дав-

ления воздуха в них, контроль и регулировка углов установки передних колес, проверка затяжки подшипников ступиц колес и зазоров в шкворневых соединениях передней подвески, контроль состояния рамы и подвески.

Контроль углов установки управляемых колес состоит в замерах схождения колес, угла развала и углов поперечного и продольного наклона шкворней. Замерам указанных параметров должна предшествовать проверка зазоров в шкворневых соединениях, люфта подшипников ступиц колес, давления воздуха в шинах. Величины радиального *А* и осевого *Б* зазоров (рис. 6.30) в шкворневом соединении определяются по перемещению поворотной цапфы относительно шкворня при подъеме и опускании передней оси. Для этой цели может быть использован прибор мод. НИИАТ Т-1. Проверка производится следующим образом. Вывешивают колесо автомобиля, при этом под действием силы тяжести колеса люфты в сопряжении поворотная цапфа — шкворень выбираются в одном направлении (рис. 6.30, *а*). Закрепляют прибор на балке переднего моста так, чтобы ножка индикатора соприкасалась с нижней частью опорного диска тормоза. Стрелку индикатора устаналивают на нуле шкалы. При опускании колеса под действием силы тяжести автомобиля люфты выбираются в другом направлении (рис. 6.30, *б*). Это позволяет по показаниям индикатора косвенно определить величину радиального зазора. С помощью плоского щупа устанавливается осевой зазор. Если при этом одновременно вторым индикатором измерить перемещение края тормозного барабана, можно оценить и зазор в подшипниках ступицы. Обычно люфт в подшипниках ступиц, степень их затяжки проверяются путем покачивания колеса в поперечном направлении и проворачивания его вручную.

Полная проверка всех названных углов установки передних колес производится только на легковых автомобилях, имеющих независимую подвеску передних колес и шины с низким давлением воздуха, так как здесь даже небольшие (15...20′) отклонения от нормативных углов развала и наклона шкворня вызывают увеличение интенсивности изнашивания шин и ухудшение устойчивости автомобиля при движении. У грузовых автомобилей ограничиваются проверкой величины схождения передних управляемых колес, зазоров в шкворневых соединениях и подшипниках ступиц.

Для проверки углов установки колес применяются стационарные стенды, подразделяющиеся по принципу действия на механические, оптические, оптико-электрические,

электрические, и переносные приборы — механические, жидкостные и оптико-электрические.

Диагностирование углов установки колес может производиться путем измерения геометрических параметров или сил, действующих от колес на элементы стенда и зависящих от параметров установки управляемых колес.

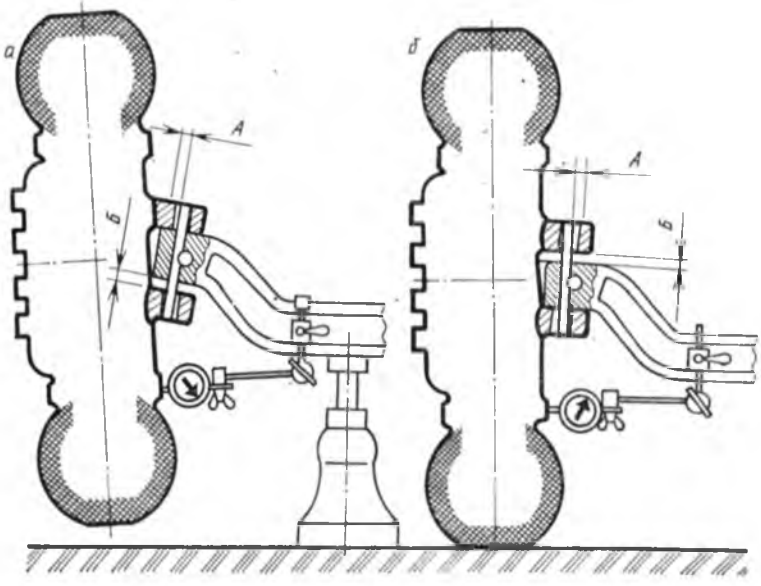


Рис. 6.30. Схема замера люфтов в шкворневом соединении

Для проверки установки колес используются следующие переносные приборы и устройства: телескопическая (раздвижная) линейка мод. 2182 для замера схождения колес автомобиля, жидкостный прибор для проверки углов установки колес мод. 2142.

Жидкостный прибор мод. 2142 (рис. 6.31) состоит из двух частей: ватерпаса *1* с двумя уровнями и измерителей углов поворота колес *2*, смонтированных в ящиках. Кроме того, прибор комплектуется двумя поворотными дисками *3* для уменьшения сопротивления колес повороту. На лицевой стороне ватерпаса имеются два взаимно перпендикулярных уровня со шкалами, а на оборотной — два взаимно перпендикулярных уровня без шкал для установки прибора в горизонтальной плоскости. Ватерпас закрепляется с помощью зажима *4* на ступице колеса или гайке диска.

Для определения угла развала прибор с уровнями уста-

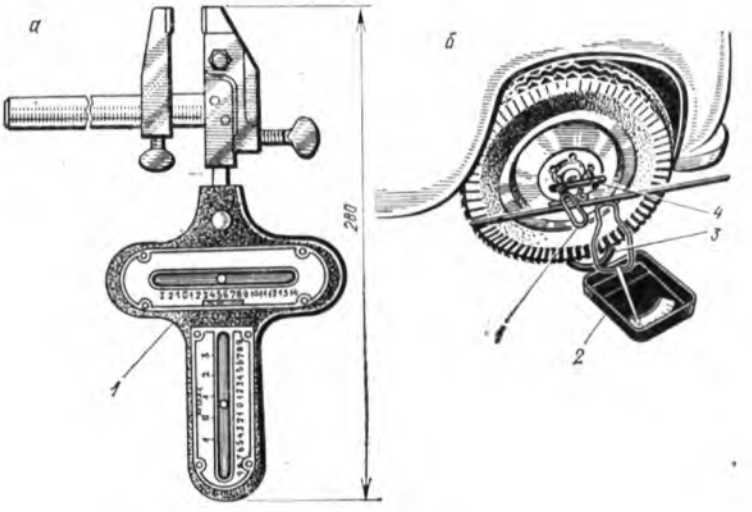


Рис. 6.31. Жидкостный прибор мод 2142 для проверки углов установки передних колес автомобиля

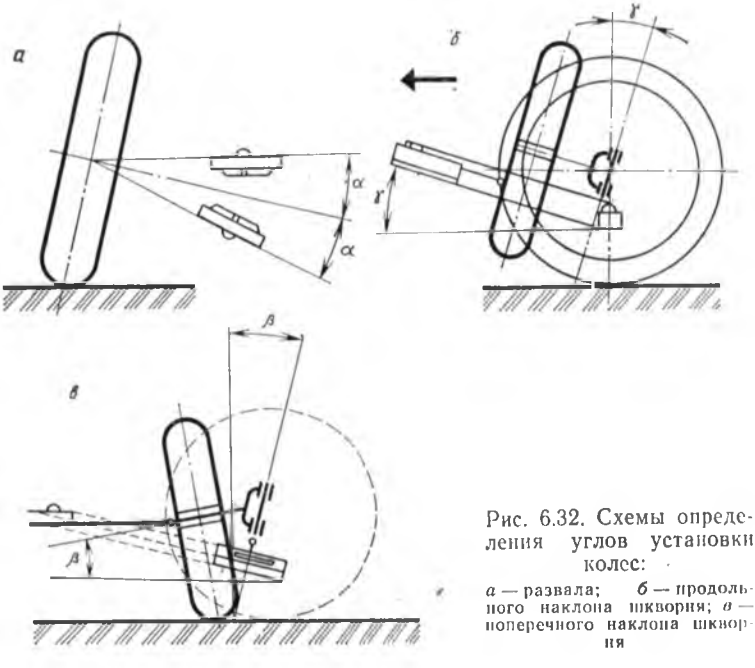


Рис. 6.32. Схемы определения углов установки колес:

а — развала; *б* — продольного наклона шкворня; *в* — поперечного наклона шкворня

навливают в горизонтальной плоскости по установочным уровням на оборотной стороне (рис. 6.32, *а*). Затем перекатывают автомобиль на половину оборота колеса и по шкале уровня, перпендикулярного к плоскости колеса, определяют угол развала. При этом, как видно из рисунка, угол между плоскостями уровня в первом и втором положениях будет вдвое больше угла развала, что обеспечивает повышение точности замера.

Методика замера поперечного угла наклона шкворня основана на закономерности изменения этого угла при повороте колеса вокруг шкворня. Так, если условно повернуть колесо на 90° (рис. 6.32, *в*), то уровень, оставаясь параллельным плоскости колеса, займет наклонное положение к горизонтали под углом, равным углу поперечного наклона шкворня. На практике колесо поворачивают на 40° (по 20° в обе стороны), устанавливая угол поворота по измерителю прибора. Шкалы же прибора градуируются в соответствии с действительными значениями углов.

При определении продольного угла наклона шкворня используется принцип изменения угла развала при повороте колеса вокруг шкворня в зависимости от угла продольного наклона (рис. 6.32, *б*). Продольный наклон шкворня определяется по уровню, перпендикулярному к плоскости колеса, т. е. по тому же, что и развал, но по другой шкале.

Несмотря на то что при применении данного прибора и телескопической линейки для проверки схождения колес обеспечивается относительно невысокая точность и имеет место необходимость в перекатывании автомобиля, их использование технологически удобно для проверки и регулировки углов установки колес на обычных постах технического обслуживания и при ремонте.

В последнее время для контроля и регулировки углов установки передних колес автомобилей на крупных автотранспортных предприятиях и станциях технического обслуживания автомобилей широкое применение получили стационарные стенды, подразделяющиеся на статические (замеры производятся на стоящем неподвижно автомобиле) и динамические (замеры производятся при вращающихся колесах). Стационарные статические стенды обеспечивают высокую точность замеров и широко используются для диагностирования технического состояния передних колес легковых автомобилей, так как при этом требуется высокая точность регулировки. К наиболее точным из них относятся оптические стенды.

Достаточно широко применяемый оптический стенд мод.

1119М (рис. 6.33) состоит из двух измерительных микроскопов *3* (для правого и левого колес) с объективом *4*, с наклонным зеркалом *2* и площадки с измерительными шкалами *1*, а также двух зеркальных отражателей *5*, включающих три зеркала и крепящихся к ободу колеса кронштейнами *7*. Среднее из зеркал отражателя при помощи

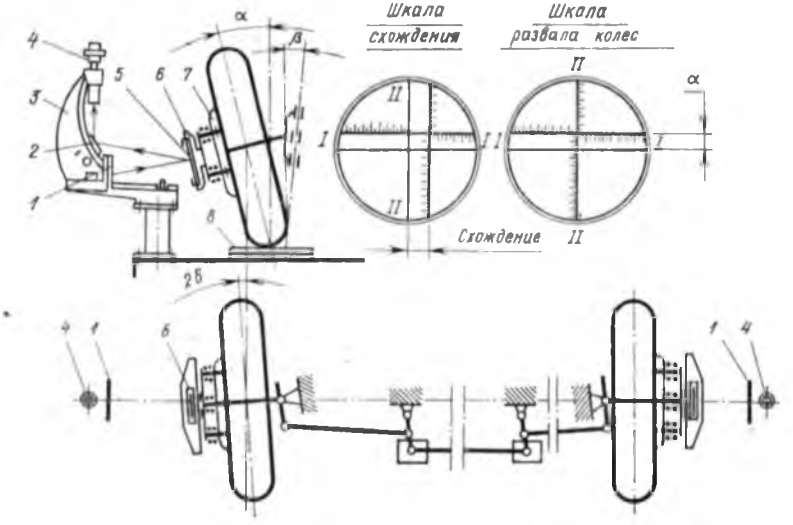


Рис. 6.33. Схема оптического стенда мод. 1119М для замера углов установки управляемых колес автомобилей

трех регулировочных винтов кронштейна устанавливается параллельно плоскости вращения колеса, два других наклонены к нему в вертикальной плоскости под углом 20°. На верхней стороне рамки зеркального отражателя имеется параллельный уровень *6* для измерения угла поперечного наклона шкворня. В комплекте стенда имеются поворотные диски *8*, на которые при замерах устанавливаются колеса автомобиля. На линзу объектива *4* микроскопа нанесены две взаимно перпендикулярные линии *I — I* и *II — II* (см. рис. 6.33), по положению которых относительно перпендикулярных шкал *1* площадки производят измерение углов установки колес. Настройка стенда осуществляется при помощи контрольных зеркал, расположенных перпендикулярно к продольной оси автомобиля, по совпадению вертикальных и горизонтальных линий объектива и шкал. Установив левое колесо в положение движения по прямой, которое контролируется с помощью микроскопа по совпа-

дению вертикальных линий объектива и шкалы, по вертикальной шкале определяют угол развала α, а по горизонтальной шкале правого микроскопа — угол схождения δ. Аналогично поступают с правым колесом. Угол продольного наклона шкворня левого колеса определяется по изменению угла развала при повороте колеса влево и вправо на

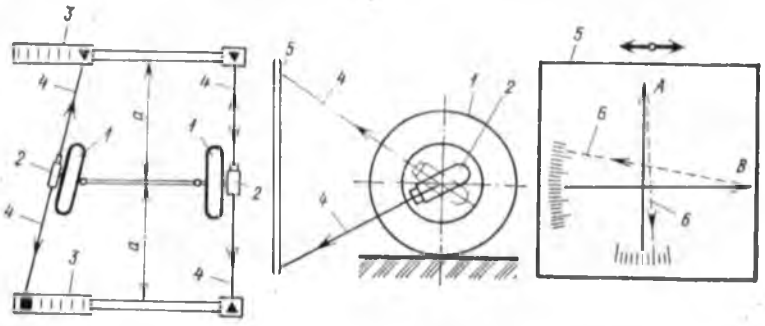


Рис. 6.34. Определение углов установки передних колес с помощью электрооптического стенда

20°; угол поперечного наклона шкворня β — по уровню *6* также при повороте колеса вправо и влево на 20°.

Точность поворота колес контролируется по совпадению вертикальных линий при помощи боковых зеркал отражателя *5*. Это позволяет по горизонтальной шкале второго микроскопа определить разницу углов поворота правого и левого колес и таким образом оценить соотношение углов поворота.

Оптические стенды обеспечивают высокую точность замеров, однако методика проверки углов на этих стендах сложна, трудоемкость работ относительно велика.

Электрооптические стенды, также относящиеся к стационарным статическим, дают несколько меньшую точность, зато технология контрольных работ, производимых с их помощью, значительно проще. Они удобнее в использовании и позволяют, кроме контроля углов развала, схождения, поперечного и продольного углов наклона шкворня, соотношения углов поворота колес, определять правильность установки передних колес относительно продольной оси автомобиля, положения задней оси относительно передней.

Электрооптический стенд (рис. 6.34) состоит из двух проекторов *2*, которые с помощью кронштейнов крепятся к проверяемым колесам *1* так, чтобы оси вращения проек-

тора и колеса совпадали и были параллельными, из двух экранов *5* со шкалами (углов развала, поперечного и продольного наклона шкворня), двух измерительных штанг. Так как направление луча *4* проектора перпендикулярно к оси его вращения, это позволяет проверять правильность установки проекторов по отсутствию бокового смещения световых треугольников на экранах *5*, расположенных перед автомобилем, при полном обороте колеса *1*.

Угол развала определяется по нижней шкале экрана *5*, для чего на конец его стрелки *А* проецируется треугольник, затем проектор *2* поворачивается вокруг своей оси при неподвижном колесе *1*. Линия луча *6* на экране образует с вертикалью угол, равный углу развала, значение которого отсчитывается по нижней шкале.

При определении угла поперечного наклона шкворня треугольник проецируют на конец стрелки *В*, а затем поворачивают колесо вокруг шкворня. Луч смещается в сторону боковой шкалы, по которой и отсчитывается значение замеряемого угла.

Угол продольного наклона шкворня проверяется по изменению угла развала при повороте колеса вправо и влево.

Схождение колес устанавливается при помощи двух измерительных штанг *3*, которые располагаются спереди и сзади передних колес на одинаковом расстоянии параллельно оси переднего моста. Световые треугольники при этом проецируются поочередно на обе штанги поворотом проекторов, величина схождения определяется по разности показаний по шкалам штанг.

С помощью электрооптического стенда можно также определять перекос заднего моста автомобиля. Для этой цели проекторы устанавливаются на задние колеса, а на передние, находящиеся в положении, соответствующем прямолинейному движению автомобиля, устанавливаются дополнительные экраны со шкалами. При отсутствии перекоса моста или смещения колеи отсчеты по шкалам правого и левого дополнительных экранов будут одинаковыми.

Трудоемкость диагностирования углов установки передних колес с помощью стационарных статических стендов (особенно оптических) достаточно велика, что затрудняет организацию процесса диагностирования на этих стендах с плановой периодичностью. В связи с этим указанные стенды применяются, как правило, в тех случаях, когда имеет место заранее установленная необходимость проведения регулировок переднего моста, выявляемая обычно или по неравномерному изнашиванию протектора шин, или при

плановых проверках менее трудоемкими экспресс-методами.

Для экспресс-диагностирования углов установки колес в последнее время все более широкое применение получают динамические стенды, принцип действия которых основан на определении боковых сил, возникающих при проезде передних колес автомобиля через специальные динамометрические площадки или при качении их на барабанах стенда, имеющих возможность бокового смещения. При оптимальных установочных параметрах переднего моста боковые силы в месте контакта колес с площадкой или барабаном минимальны и направлены к продольной оси автомобиля. Нарушение же геометрии установочных параметров приводит к увеличению боковых сил или к изменению их направления, что воспринимается площадкой или барабаном и фиксируется измерительными устройствами стенда. Обычно правая и левая площадки или правый и левый барабан стенда независимо связаны с измерительными устройствами, что позволяет определять параметры установки левого и правого колес в отдельности.

Динамические стенды характеризуются высокой производительностью, обеспечивают существенное снижение трудоемкости работ при диагностировании передних мостов и, кроме того, приближение условий контроля к реальным при движении автомобиля, благодаря чему информационная ценность силовых критериев, полученных в динамике, значительно выше данных измерения геометрических параметров на статических стендах.

Диагностирование рессор и пружин производится по геометрическим параметрам (стреле прогиба рессор или длине пружины). Амортизаторы могут диагностироваться со снятием или без снятия их с автомобиля. В первом случае диагностирование осуществляется на специальных стендах, позволяющих имитировать условия работы амортизаторов. Этот вид диагностирования малопроизводителен. Диагностирование состояния амортизаторов без снятия с автомобиля может осуществляться с помощью барабанных стендов, на барабанах которых имеются заданной высоты неровности, имитирующие условия движения колеса по дороге. При вращении барабанов с установленной скоростью перекатывание колес через неровности вызывает их колебания, передаваемые на подвеску. По амплитуде и характеру колебаний колес и кузова дается заключение о техническом состоянии амортизаторов.

Оценка технического состояния амортизаторов может

производиться также по свободным колебаниям подвески или кузова автомобиля с помощью стендов, вызывающих мгновенное нарушение состояния покоя посредством быстрого опускания (сбрасывания) колеса со ступеньки искусственного препятствия.

Важнейшей операцией при ТО ходовой части является

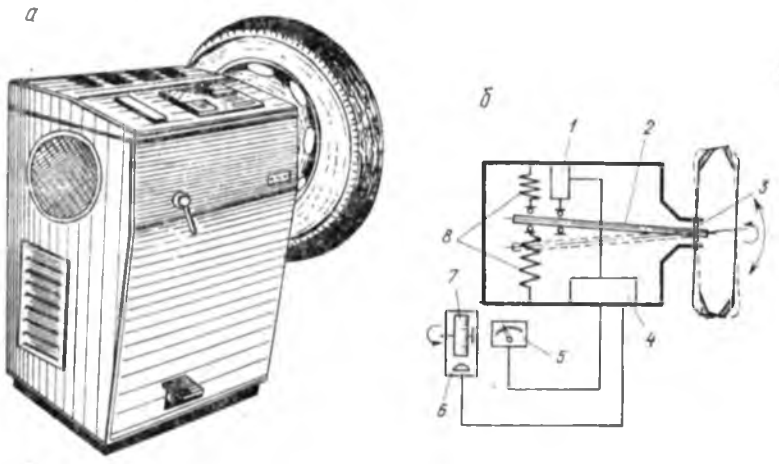


Рис. 6.35. Станок мод. К-121 для балансировки колес легковых автомобилей:

а — внешний вид; *б* — схема; *1* — индукционный датчик; *2* — вал станка; *3* — опоры вала; *4* — электронно-вычислительный блок; *5* — измерительный прибор; *6* — стробоскопическая лампа; *7* — градуированный диск; *8* — колеблющаяся система

проверка дисбаланса колес. При высоких скоростях движения даже небольшая неуравновешенность колеса (статическая или динамическая) приводит к появлению значительных центробежных сил, создающих дополнительные динамические нагрузки на подшипники колеса. Это обусловливает биение колес, что является причиной ускоренного изнашивания деталей ходовой части и рулевого управления, шин, снижения безопасности движения и комфортабельности поездки на автомобиле.

Для установления степени неуравновешенности колеса и ее устранения производят статическую или динамическую балансировку колес, которая может осуществляться со снятием колеса с автомобиля на специальных балансировочных станках. На рис. 6.35 показаны внешний вид и схема станка модели К-121 для балансировки колес легковых автомобилей. Недостатком такого метода является значитель-

ная трудоемкость работ, связанная с монтажом, демонтажом колес, а также то, что при этом не учитывается возможная несбалансированность тормозного барабана и ступицы колеса.

Достаточно широкое распространение получили станки для балансировки колес легковых автомобилей без снятия

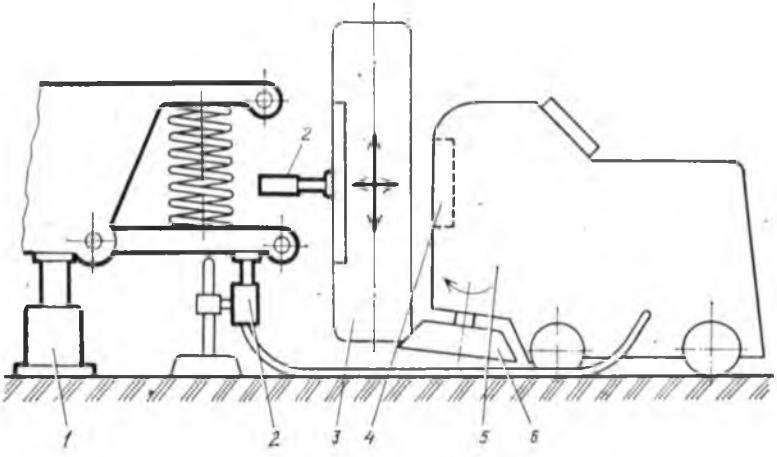


Рис. 6.36. Схема установки для балансировки колес без снятия с автомобиля

их с автомобиля. Установка (рис. 6.36) представляет собой передвижной электросиловой агрегат *5*, с помощью которого имитируется движение автомобиля со скоростью до 180 км/ч путем вращения вывешенного на домкрате *1* колеса *3* с помощью специального фрикциона *6*, прижимаемого к боковине шины. Колебания подвески, вызываемые дисбалансом колеса, воспринимаются индукционным датчиком *2*, преобразующим воспринимаемые колебания в электрические сигналы, которые подаются на измерительное устройство, регистрирующее дисбаланс в единицах массы, и на устройство, определяющее места крепления грузиков. При статической балансировке датчик с помощью магнита устанавливают снизу около наружного конца рычага подвески. Колесо приводится во вращение до частоты, превышающей частоту собственных колебаний подвески, после чего станок откатывается. При наличии неуравновешенных масс вращающееся колесо совместно с рычагом подвески совершает вертикальные колебания, амплитуда которых фиксируется датчиком. При динамической балансировке последний устанавливается в передней части края тормоз-

ного диска на высоте центра вращения колеса и фиксирует колебания колеса относительно шкворня, происходящие под действием динамического момента.

Место установки уравновешивающих грузиков определяется при помощи стробоскопической лампы *4*, вспыхивающей в момент, когда неуравновешенная масса будет находиться у датчика. Для удобства визуальной фиксации положения колеса на него мелом наносят произвольную метку, которая в результате освещения импульсными вспышками лампы, совпадающими с частотой колебания колеса под действием дисбаланса, будет казаться на вращающемся колесе неподвижной. После остановки колеса его устанавливают в положение, соответствующее тому, при котором метка будет в «высвеченном» месте. Уравновешивающие грузики помещают в первом случае (при статической балансировке) вверху у наружной кромки обода, во втором (при динамической балансировке) — один в передней части колеса (рядом с датчиком) на внутренней стороне обода, второй в задней части на наружной стороне обода.

Рулевое управление. Основные неисправности и отказы рулевого управления: предельный износ деталей рулевого механизма, шаровых сочленений тяг и рычагов; ослабление крепления картера рулевого механизма, рулевого колеса и рулевой колонки; предельный износ или выкрашивание зубьев червяка или ролика. Для гидроусилителя рулевого привода характерны: заедание, зависание перепускного и предохранительного клапанов насоса, недостаточное натяжение ремня привода насоса, засорение фильтров, повышенная утечка масла в рулевом механизме и т. д. Указанные неисправности могут проявляться в виде увеличенного свободного хода (люфта) рулевого колеса (люфт рулевого колеса зависит также от степени изношенности шкворневых соединений и затяжки подшипников ступиц колес); повышенного усилия, прилагаемого к ободу колеса при повороте руля; стуков в рулевом механизме; подтекания масла и т. д.

Диагностирование рулевого управления заключается в определении люфта рулевого колеса и усилия на его ободе. Перед непосредственной проверкой люфта проверяют и подтягивают крепление картера рулевого механизма, рулевой сошки, устраняют зазоры в шарнирах рулевых тяг, регулируют подшипники колес, доводят до нормы давление в шинах. Для проверки люфта рулевого колеса применяется динамометр-люфтомер (рис. 6.37). Прибор крепится

с помощью захватов *1* и зажимов *4* к колонке и рулевому колесу. Колесо поворачивают с определенным усилием в обе стороны при помощи динамометрической рукоятки *5*, люфт (угловое перемещение) измеряется по показаниям неподвижной стрелки *2* на перемещающейся шкале *3*.

По люфту рулевого колеса нельзя определить конкретную неисправность. Оценка технического состояния разных узлов рулевого управления производится по взаимным перемещениям их деталей. Например, наличие зазора в подшипниках червяка устанавливается по осевому перемещению ступицы рулевого колеса относительно колонки, что обнаруживается на ощупь при касании пальцами одновременно торца ступицы рулевого колеса и колонки при повороте колеса вправо и влево от среднего положения до отказа; зазор в зацеплении ролика и червяка рулевого механизма — по осевому перемещению вала сошки при положении колес для езды по прямой и отсоединенной продольной рулевой тяге. Усилие поворота рулевого колеса определяется с помощью люфтомера-динамометра при вывешенных и поставленных в положение для езды по прямой передних колесах.

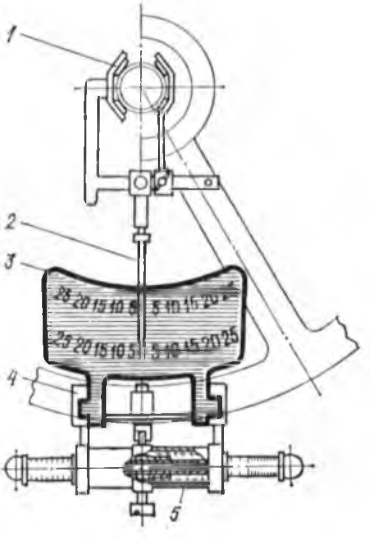


Рис. 6.37. Динамометр-люфтомер для проверки рулевого управления

У технически исправного рулевого управления свободный ход рулевого колеса при положении передних колес, соответствующем прямолинейному движению, не должен превышать 7...12° для легковых автомобилей и 10...15° для грузовых. Максимальное усилие поворота рулевого колеса грузовых автомобилей ГАЗ составляет 40 Н, ЗИЛ — 60 Н.

Проверка гидроусилителя рулевого управления производится по давлению в магистрали насос — рулевой механизм, для чего может быть использовано простое устройство, включающее тройник с манометром и вентилем, устанавливаемое между насосом и шлангом высокого давления (проверка производится при работе двигателя на малой частоте вращения холостого хода, при повороте перед-

них колес до упора). Когда вентиль открыт, давление масла по манометру должно быть не ниже 5,5...6 МПа. Меньшее давление указывает на наличие неисправности в насосе или рулевом механизме. Для установления места неисправности следует перекрыть вентиль и наблюдать за давлением. Если при этом оно будет подниматься выше 6 МПа, неисправность находится в рулевом механизме, если давление будет снижаться, неисправен насос. Если же при закрытом вентиле давление несколько повышается, но остается меньше 6 МПа, неисправны и насос, и рулевой механизм.

При ТО производятся следующие основные регулировочные работы по рулевому управлению: регулировка затяжки шарнирных соединений рулевых тяг (за исключением самоподтягивающихся конструкций), осевого зазора в подшипниках червяка рулевой передачи, в зацеплении ролика и червяка.

Тормозная система. Основные неисправности тормозных механизмов: предельный износ накладок тормозных колодок и барабанов и увеличение зазора между ними, замасливание накладок, заклинивание колодок. Для гидравлического привода тормозов характерны повреждения манжет колесных тормозных цилиндров и шлангов, попадание воздуха в систему привода, а для пневматического — неплотности в соединениях, недостаточное давление воздуха вследствие неисправностей компрессора, неплотная посадка клапанов управления или регулятора давления.

Диагностическими параметрами, используемыми для общей оценки технического состояния тормозной системы, являются: тормозной путь, максимальное замедление автомобиля при торможении, тормозная сила или тормозной момент и их распределение между колесами. При поэлементной диагностике определяют свободный ход педали тормоза, зазор между тормозными накладками и барабаном, одновременность срабатывания тормозов, отсутствие утечки воздуха или подтекания тормозной жидкости, проверяют состояние тормозных накладок и барабанов и др.

Общее диагностирование тормозной системы автомобилей может осуществляться при дорожных испытаниях и на специальных стендах. Дорожные испытания должны проходить на ровном, сухом, горизонтальном участке. Торможение производится путем резкого однократного нажатия на педаль тормоза при выключенном сцеплении при скорости перед торможением 30 км/ч. Нормативный тормозной путь для легковых автомобилей составляет 7,2 м,

для грузовых и автобусов в зависимости от их грузоподъемности или длины (для автобусов) — 9,5...11 м. Одновременно оценивается синхронность торможения по следам шин, оставленным на дороге. Диагностирование при дорожных испытаниях может производиться также по максимальному замедлению автомобиля при торможении. Нор-

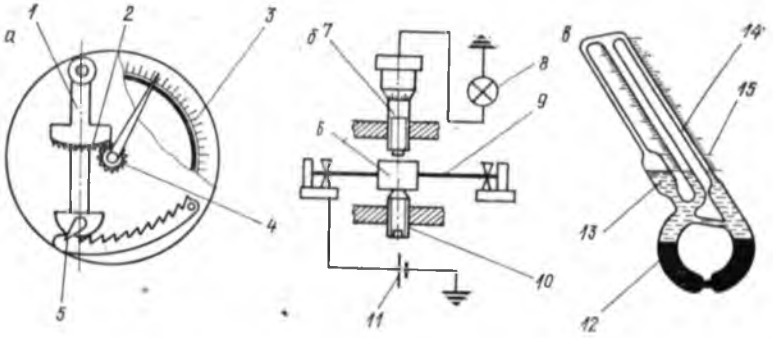


Рис. 6.38. Принципиальные схемы деселерометров:

а — маятникового; *б* — с поступательно движущейся массой; *в* — жидкостного; *1* — маятник; *2* — зубчатый сектор; *3* — шкала замедлений; *4* — малая шестерня со стрелкой; *5* — храповой механизм, фиксирующий маятник; *6* — инерционная масса; *7* — микровинт; *8* — сигнальная лампа; *9* — пластинчатая пружина; *10* — регулировочный винт; *11* — батарея; *12* — ртуть; *13* — масло; *14* — измерительные трубки; *15* — шкала

мативное максимальное замедление для легковых автомобилей составляет 5,8 м/с^2, для грузовых и автобусов — 5...4,2 м/с^2. Замедление автомобилей определяется с помощью деселерометров (рис. 6.38).

Диагностирование тормозов при дорожных испытаниях имеет существенные недостатки: тормозной путь зависит от квалификации водителя, покрытия дороги и условий движения; достоверность результатов снижается вследствие того, что при торможении не фиксируется сила, действующая на педаль, и скорость перемещения педали; имеют место значительные затраты времени, большой износ шин и деталей подвески и т. д.

Современным требованиям гораздо больше удовлетворяет диагностирование (общее и поэлементное), осуществляемое на специальных стендах. Стенды для диагностирования тормозов подразделяются: по способу нагружения — на статические, или силовые, динамические, или инерционные, кинематические и статико-динамические; по принципу передачи тормозной силы — на стенды с передачей тормозной силы через опорную поверхность шины и через

ступицу колеса; по типу опорно-воспринимающих органов — на площадочные, или платформенные, барабанные и ленточные; по числу одновременно диагностируемых осей — на стенды для диагностирования одной оси автомобиля и всех осей и т. д.

Общее диагностирование тормозной системы осуществляют на специализированных постах или линиях с помощью быстродействующих платформенных стендов инерционного или силового типа. Принцип действия инерционного платформенного стенда основан на измерении сил инерции от поступательно и вращательно движущихся масс автомобиля, возникающих при его торможении и приложенных в местах контакта колес с динамометрическими площадками. Автомобиль при диагностировании со скоростью 6...12 км/ч наезжает колесами на подвижные площадки стенда и останавливается при резком торможении. Возникающие при этом силы инерции соответствуют тормозным силам. Воздействуя на подвижные площадки стенда, они воспринимаются механическими, жидкостными или электронными датчиками и фиксируются измерительными приборами. Существенными недостатками платформенного стенда инерционного типа являются: необходимость значительной площади для его размещения (с учетом необходимости разгона автомобиля); нестабильность коэффициента сцепления шин, зависящего от их загрязненности, влажности.

Принцип действия платформенного стенда силового типа основан на том, что тормозные силы, возникающие при торможении в местах контакта колес с динамометрическими площадками, образуются вследствие принудительного перемещения автомобиля через платформы при помощи тягового конвейера.

При поэлементном диагностировании применяются инерционные стенды с беговыми барабанами и силовые с роликами. Инерционные стенды с беговыми барабанами могут быть с приводом от колес автомобиля, вращение которых обеспечивается автомобильным двигателем, или с приводом от электродвигателей стенда. Первые ввиду большой металлоемкости и сложности не получили распространения в практике автотранспортных предприятий. Принцип действия инерционного стенда с беговыми барабанами заключается в следующем. Установив автомобиль на стенд, с помощью электродвигателей доводят окружную скорость колес автомобиля до 50...70 км/ч и резко их тормозят, одновременно разобщая все каретки стенда выключением электромагнитных муфт. При этом в местах контакта колес с

барабанами возникают силы инерции, которые противодействуют тормозным силам. После прекращения вращения барабанов стенда и колес автомобиля определяют пути, пройденные каждым колесом, или угловое замедление барабанов, которые будут эквивалентны тормозным путям колес и тормозным силам. Путь, пройденный колесом за время торможения, может определяться по суммарному числу оборотов барабанов стенда, которое фиксируется счетчиком, или по продолжительности вращения барабанов, измеряемой секундомером. Замедление вращения барабанов определяется с помощью углового деселерометра. Кроме того, на инерционном стенде возможно и прямое измерение тормозного момента по реактивному крутящему моменту, возникающему на его валу.

Силовые стенды позволяют устанавливать тормозные силы в процессе вращения колеса автомобиля с частотой, соответствующей скорости движения от 2 до 10 км/ч. Тормозную силу каждого из колес измеряют путем затормаживания их в процессе вращения, осуществляемого от электродвигателя стенда. Тормозная сила определяется по крутящему моменту, возникающему на роликах стенда при торможении колес.

В практике наибольшее распространение получили силовые стенды, что обусловлено их приспособленностью к поэлементному диагностированию при совмещении диагностических работ с регулировочными, малыми габаритами, относительно небольшими стоимостью и расходом электроэнергии.

Диагностирование тормозов может осуществляться также с помощью статических силовых стендов, представляющих собой роликовые или платформенные устройства, позволяющие проворачивать, «срывать» заторможенное колесо и измерять прикладываемую при этом силу. Однако эти стенды не обеспечивают воспроизведения условий реального процесса торможения и достоверных результатов.

По сравнению с дорожными испытаниями диагностирование тормозной системы на стендах имеет ряд достоинств, к которым следует отнести: высокую точность результатов диагностирования; возможность имитации любых дорожных условий; возможность стандартизации условий испытаний, что обеспечивает повторяемость результатов и сопоставимость данных, полученных на разных стендах; безопасность испытаний на разных скоростных и нагрузочных режимах.

К основным регулировочным работам по тормозной си-

стеме при ТО относятся: прокачка тормозной системы с гидравлическим приводом, выполняемая при наличии воздуха в системе; регулировка зазора между тормозными накладками и барабаном (различают частичную регулировку тормозных механизмов, которая производится при помощи регулировочных эксцентриков или разжимного кулака, и полную, осуществляемую с помощью опорных регулировочных пальцев тормозных колодок); регулировка свободного хода педали тормоза; регулировка максимального давления воздуха в системе с пневматическим приводом; регулурование стояночного тормоза и т. д.

Система электрооборудования. Работоспособность всей системы электрооборудования во многом зависит от состояния аккумуляторной батареи, генератора, реле-регулятора и стартера. Контрольно-диагностические и регулировочные работы по приборам системы зажигания рассмотрены выше.

Для свинцово-кислотных аккумуляторных батарей характерны следующие неисправности: разряд и саморазряд, сульфатация и короткое замыкание пластин, трещины в банках и замыкание выводных штырей и т. д. Указанные неисправности приводят к уменьшению емкости аккумуляторных батарей, повышению внутреннего сопротивления и уменьшению напряжения при разряде. При ТО проверяют отсутствие трещин в баке, чистоту поверхности батареи, прочность контактов наконечников проводов с клеммами батареи, состояние штырей и зажимов, чистоту вентиляционных отверстий, уровень и плотность электролита в каждом аккумуляторе, работоспособность батареи под нагрузкой. Плотность электролита батарей проверяется с помощью ареометра. Ее понижение примерно на 0,01 соответствует разряженности батареи на 6%. Батарею, разряженную более чем на 25% зимой и на 50% летом, необходимо подзарядить. По рабочему напряжению аккумуляторную батарею можно проднагностировать (каждый аккумулятор) с помощью нагрузочной вилки. При напряжении на штырях аккумулятора 1,7...1,8 В его разряженность имеет нулевое значение, при 1,65...1,7—25%, при 1,5...1,6—50, при 1,3...1,4—100%. Напряжение должно оставаться неизменным в течение 5 с, а разница напряжения отдельных аккумуляторов батареи не должна превышать 0,1 В. Один раз в три месяца рекомендуется производить подзаряд аккумуляторной батареи током, равным от 1/10 до 1/13 ее емкости.

Для генераторов и реле-регуляторов характерны меха-

нические неисправности (изношенность подшипников, коллектора, щеток, щеткодержателей и их пружин — для генераторов, изношенность рабочих поверхностей контактов, изменение упругости пружин, изменение зазора между контактами реле обратного тока или между вибратором и сердечником — для реле-регуляторов) и электрические (нарушение контакта в соединениях, повреждение изоляции, обрывы в обмотках и сопряжениях, пробой транзисторов, диодов, конденсаторов).

Диагностирование генераторов заключается в проверке частоты вращения якоря на момент начала и полную отдачу тока, температуры нагрева, в выявлении шумов и стуков, реле-регуляторов — в измерении напряжения включения контактов реле, тока при нагрузке, выше номинальной, и силы обратного тока.

Диагностирование генераторов и реле-регуляторов осуществляется с помощью стрелочных приборов (вольтметров и амперметров). В последнее время для этой цели все шире стали применять осциллографы, которые позволяют выявлять такие неисправности генераторов переменного тока, как обрыв или замыкание обмотки статора на массу, пробой диодов выпрямителя, не поддающиеся диагностированию стрелочными приборами.

Для стартера характерны следующие основные неисправности: обрывы или короткие замыкания в обмотках, отсутствие контакта щеток с коллектором, загрязнение, изношенность поверхности коллектора, подгорание контактов реле, отсутствие контакта в цепи стартер — батарея, изношенность подшипников, обрывы и короткое замыкание в обмотках реле, неисправности механической части привода стартера. Указанные неисправности могут проявляться в следующем: уменьшается мощность стартера (вплоть до того, что он не может провернуть коленчатый вал двигателя); стартер вообще не включается; пробуксовывает муфта свободного хода; шестерня стартера не входит в зацепление с венцом маховика и др.

Работоспособность стартера может быть проверена непосредственно на автомобиле контрольным включением, а также на стенде, где он испытывается на холостом ходу (измеряют ток и частоту вращения якоря стартера) и в режиме полного торможения (измеряют развиваемый крутящий момент).

Отказы и неисправности приборов освещения — перегорание нитей лампы, короткие замыкания в цепи, неисправность центрального переключателя, нарушение регулиров-

ки положения фар на автомобиле и другие проявляются или в отсутствии светового потока при исправных аккумуляторной батарее и генераторе, или в отклонении светового потока от нормального направления. Автомобили, не обеспечивающие освещение дороги на расстоянии 30 м при ближнем свете и 100 м при дальнем, не допускаются к экс-

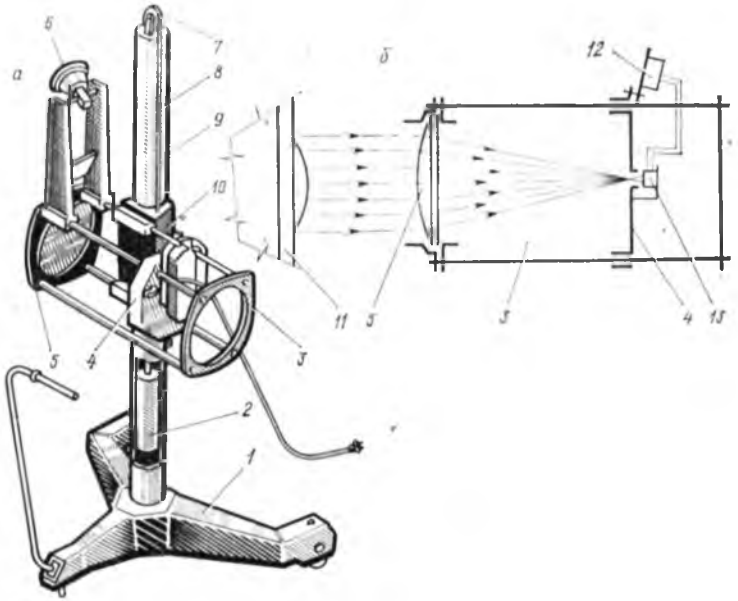


Рис. 6.39. Оптический прибор мод. К-303 для контроля и регулировки фар автомобиля:

а — устройство; *б* — оптическая схема; *1* — основание; *2* — противовес; *3* — корпус оптической камеры; *4* — экран; *5* — линза; *6* — щелевой прожектор; *7* — блок; *8* — трос противовеса; *9* — полая стойка; *10* — скользящая опора; *11* — фара автомобиля; *12* — миллиамперметр; *13* — фотоэлемент

плуатации. При техническом обслуживании производится проверка состояния осветительных ламп, проводки, соединительных клемм, резиновых втулок, замена неисправных или поврежденных деталей, регулировка установки фар.

Для регулировки фар применяются различные приборы (НИИАТ Э-6, К-303), настенный или переносный экран со специальной разметкой. Передвижной оптический прибор мод. К-303 (рис. 6.39) имеет оптическую камеру *3*, которая с помощью скользящей опоры *10* может перемещаться по вертикали на стойке *9* или поворачиваться вокруг нее. Камера включает собирательную линзу *5*, экран *4* и фотометр, состоящий из фотоэлемента *13* и электрически

связанного с ним миллиамперметра *12*. Правильность положения фары определяется по направлению ее светового потока при включении дальнего света. Световой поток фокусируется собирательной линзой и проецируется на экране в виде светового пятна, положение которого и показывает правильность направления светового потока. Сила света фары оценивается по току, регистрируемому миллиамперметром. Оптическая камера предварительно ориентируется по оси рассеивателя фары, окончательная ее коррекция осуществляется с помощью щелевого прожектора *6* по линии пересечения световой полосы с передней частью автомобиля (полоса должна пройти через две выбранные симметричные точки на нем).

Регулировка фар производится поворотом оптических элементов с помощью регулировочных винтов.

Требования к конструкции автомобиля. В конструкции автомобиля должно содержаться минимальное количество узлов, требующих периодического контроля, диагностирования и регулировки. Желательно в узлах автомобиля применять устройства для саморегулирования.

Периодичность проведения контрольно-диагностических и регулировочных работ должна быть возможно большей.

К агрегатам, узлам, механизмам, требующим периодического контроля и регулировки, должен обеспечиваться максимально удобный доступ.

Важным требованием является обеспечение возможности выполнения контрольно-диагностических и регулировочных работ при помощи приборов, приспособлений, унифицированных для различных марок и моделей автомобилей. При этом создание приборов, приспособлений для контроля и регулировки следует осуществлять одновременно с разработкой конструкции узла.

Конструкция контролируемых и регулируемых узлов, механизмов должна обеспечивать возможность проведения контрольно-диагностических и регулировочных работ одним исполнителем при минимальных затратах времени.

При конструировании регулируемых узлов необходимо предусматривать надежную защиту от попадания на них пыли, влаги, грязи, что должно способствовать повышению надежности узлов, стабильности регулировок. Прочность деталей регулируемых узлов должна обеспечивать возможность многократных регулировок в процессе эксплуатации автомобиля.

В конструкции автомобилей необходимо шире применять встроенные средства «бортового» диагностирования,

позволяющие получать диагностическую информацию в процессе движения автомобилей. Они могут подразделяться на предельные автоматы, прекращающие работу автомобиля (агрегата) в случае отказа наиболее важных систем или агрегатов; индикаторы постоянного действия (стрелочные приборы) или периодического (сигнализаторы или приборы визуального наблюдения, подающие сигнал при достижении структурным параметром соответствующего механизма предельного значения); накопители информации с выводом на сигнализаторы или с периодическим съемом информации для последующей обработки в стационарных условиях; устройства для централизованного съема информации подключением стационарных диагностических средств или встроенные ЭВМ.

6.6. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ

В зависимости от характера и места выполнения различают два вида работ ТР: разборочно-сборочные и ремонтно-восстановительные. К первым относится: снятие с автомобиля и постановка на него агрегатов, узлов, механизмов; частичная разборка и сборка агрегатов, узлов, механизмов для замены или ремонта деталей; крепление и регулировка механизмов и агрегатов автомобиля. Ремонтно-восстановительные работы включают восстановление изношенных, поврежденных, потерявших свою первоначальную форму деталей автомобиля путем механической обработки, сварки, наплавки, правки, окраски и т. д. Они подразделяются на работы слесарно-механические, кузнечно-рессорные, сварочные, медницкие, электротехнические и др.

Разборочно-сборочные работы с включением контрольно-регулировочных и крепежных выполняются преимущественно на специально предназначенных постах в зоне текущего ремонта (постовые работы) и частично в агрегатном цехе, ремонтно-восстановительные работы — в соответствующих производственных цехах (отделениях): агрегатном, электромеханическом, кузнечно-рессорном, сварочном, шиноремонтном и т. д. Постовые работы для автомобилей разных марок составляют 40...60% общего объема работ ТР [28]. Из работ, выполняемых в цехах, наибольший объем приходится на агрегатные (до 20%) и слесарно-механические (9...14%).

Наиболее часто разборочно-сборочные работы ТР включают замену: двигателей, коробок передач, сцеплений, передних мостов, радиаторов; деталей подвески, рессор или

отдельных их листов; деталей шкворневого соединения, подшипников ступиц, опор и крестовин карданных валов, рулевых тяг и их наконечников; вкладышей подшипников коленчатого вала, поршневых колец двигателя, ремней привода водяного насоса, генератора; контактов прерывателя-распределителя, проводов, лампочек, свечей зажигания; деталей тормозной системы, системы питания; различных уплотнений, прокладок, крепежных деталей и т. д.

Вследствие большой трудоемкости разборочно-сборочных работ ТР остро ставится вопрос о необходимости их широкой механизации.

Выполнение разборочно-сборочных работ ТР может осуществляться как на универсальных, так и на специализированных постах. Посты ТР, как правило, оборудуются осмотровыми канавами, подъемниками или могут быть напольными, оснащаются подъемно-транспортными средствами (кран-балками, тельферами, тележками для транспортировки агрегатов и т. д.). Специализированные посты ТР предназначаются для выполнения определенного вида работ (замена двигателя, агрегатов трансмиссии, рессор и т. д.) и оснащаются специализированным оборудованием. Специализация постов ТР позволяет максимально механизировать работы по ремонту подвижного состава, обеспечивает повышение производительности труда ремонтных рабочих, улучшение качества ремонта и за счет этого сокращение простоев автомобилей в неисправном состоянии, повышение эффективности их использования.

В настоящее время на автотранспортных предприятиях все более широкое применение находят комплексы средств механизации технологических процессов замены агрегатов и узлов грузовых автомобилей и автобусов.

Универсальный механизированный пост мод. ПУМ-1 (рис. 6.40), разработанный производственно-техническим объединением Автотранстехника Минавтотранса БССР, предназначен для замены коробок передач, редукторов, передних и задних мостов, рессор грузовых автомобилей и автобусов. Пост организуется на тупиковой осмотровой канаве, длина которой выбирается из условия возможности транспортировки вдоль нее демонтированных агрегатов и снятия их с канавного подъемника внутригаражными подъемно-транспортными средствами. На посту имеется канавный электромеханический подъемник *8*, который может перемещаться вдоль канавы по направляющим и предназначается для вывешивания автомобилей, монтажа, демонтажа и транспортировки агрегатов, отворачивания и заво-

рачивания гаек стремянок рессор. По обе стороны канавы предусмотрены колодцы для лифтов *9*, облегчающих работу слесаря при отворачивании и заворачивании гаек колес и шпилек полуосей, и внеканавного телескопического подъемника *5* для вывешивания автомобилей и удержания их в таком положении во время монтажа и демонтажа мостов

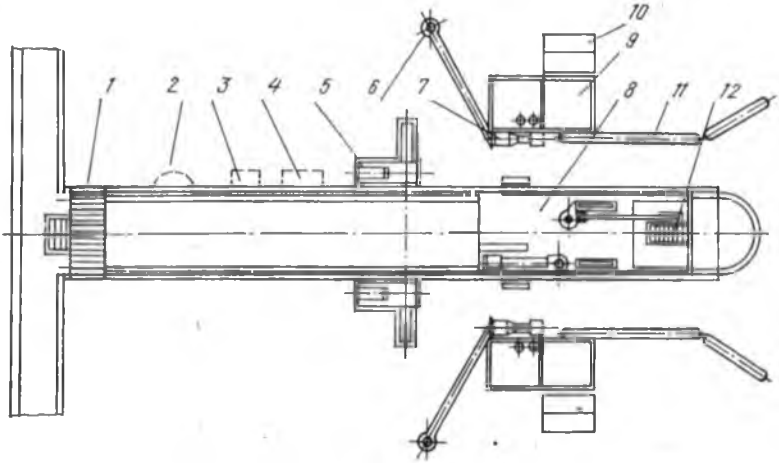


Рис. 6.40. Технологическая планировка универсального механизированного поста мод. ПУМ-1:

1 — перекидной мостик; *2* — метизный стенной шкаф; *3* — инструментальный шкаф; *4* — ниша для слесарных тисков; *5* — внеканавный телескопический подъемник; *6* — стойка для подвески пневмогайковертов; *7* — пневмогайковерты; *8* — электромеханический канавный подъемник; *9* — канавные лифты; *10* — стеллажи для колес; *11* — колесоотбои; *12* — канализационный люк

и рессор. Пост оборудуется консольно-поворотными стойками *6* для подвески пневмогайковертов *7*, предназначенных для отворачивания и заворачивания гаек колес, стеллажами *10* для установки демонтированных колес, передвижной шарнирной емкостью, предназначенной для слива масла из демонтируемых агрегатов, комплектами съемных приспособлений для замены агрегатов и узлов автомобилей разных марок.

Наличие на посту перечисленного оборудования позволяет при замене агрегатов и узлов автомобилей механизировать такие операции, как вывешивание автомобиля и фиксирование его в этом состоянии; подъем, опускание и перемещение под автомобилем монтируемых и демонтируемых агрегатов; отворачивание и заворачивание гаек колес, стремянок рессор, полуосей, редуктора заднего моста и т. д. Такой высокий уровень механизации трудоемких операций

при замене агрегатов обеспечивает значительное повышение производительности труда, высокое качество выполняемых работ, достаточно хорошие условия труда ремонтных рабочих, безопасность выполнения работ.

Объединением Автотранстехника разработан также напольный специализированный пост мод. ОН 192Б для за-

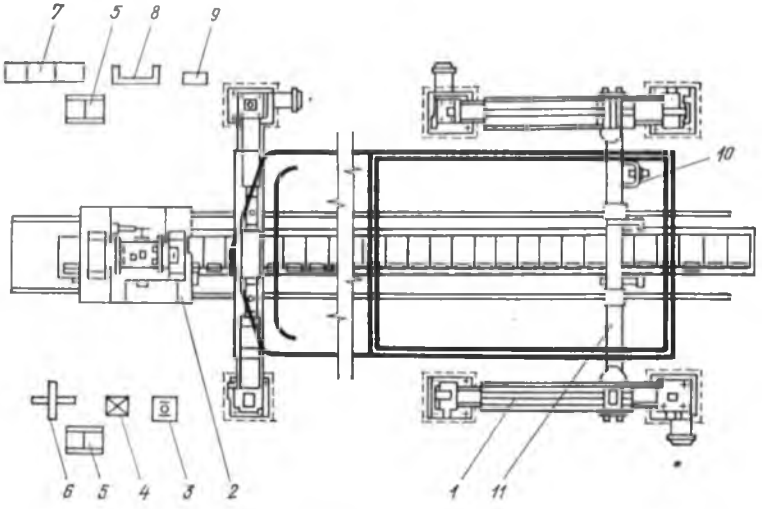


Рис. 6.41. Технологическая планировка напольного специализированного поста мод. ОН 192Б:

1 — подъемник шестистоечный; *2* — самоходная тележка; *3* — емкость для слива отработавшего масла; *4* — тележка монтажная; *5* — стеллаж для колес; *6* — подвес для пневмоинструмента; *7* — стеллаж для приспособлений; *8* — тележка для снятия колес; *9* — тележка для слива масла из колесной передачи; *10* — обрезиненное колесо; *11* — распашная балка

мены агрегатов и узлов (переднего и заднего мостов, коробки передач, сцепления, редуктора заднего моста) двухосных грузовых автомобилей ГАЗ, ЗИЛ, МАЗ (рис. 6.41). Пост оборудован напольным шестистоечным электромеханическим подъемником *1* и самоходной тележкой *2* с комплектом приспособлений для монтажа и демонтажа агрегатов. Стойки подъемника попарно связаны между собой грузонесущими балками: передние — поперечной, задние — продольными. Балки приводятся в движение парой винт — гайка и двойной тросовой передачей. Подъем автомобиля и фиксация его в вывешенном состоянии производятся: спереди — поперечной грузонесущей балкой, сзади — распашной балкой *11*, представляющей собой поперечину, один конец которой шарнирно соединен с подвижной кареткой, а

другой, опирающийся на обрезиненное колесо *10*, может перемещаться на катках по всей длине продольных балок и при необходимости стопориться в любом месте. Подвод поперечной и распашной балок под раму автомобиля осуществляется раздельно, с соответствующих кнопочных пультов, а вывешивание — с общего пульта.

Снятие, установка и транспортировка агрегатов осуществляются самоходной тележкой, которая перемещается по направляющим, смонтированным заподлицо с полом. Управляется тележка с помощью переносного кнопочного пульта.

Отворачивание и затяжка гаек стремянок рессор и гаек крепления колес производятся с помощью двух пневмогайковертов на передвижных подвесах *6*.

Последовательность выполнения работ при замене агрегатов следующая. Автомобиль передним ходом устанавливается на пост. Самоходная тележка в это время находится за пределами подъемника в стороне, противоположной заезду автомобиля. Свободный конец распашной балки вводится в зацепление с кареткой. Распашная балка подводится под раму и стопорится винтами. После подъема автомобиля на необходимую высоту осуществляются операции по отсоединению деталей, предшествующие снятию агрегата, узла. Затем на траверсу самоходной тележки устанавливается приспособление для замены соответствующего агрегата, и тележка подается под автомобиль. Агрегат демонтируется и транспортируется за пределы автомобиля. Установка его на автомобиль осуществляется в обратной последовательности.

Специализированный пост позволяет значительно сократить трудоемкость работ по замене агрегатов, по сравнению с канавным постом ПУМ-1 улучшить условия труда ремонтных рабочих.

На рис. 6.42 показана технологическая планировка комплекса специализированных постов для одновременного обслуживания трех автомобилей. Комплекс оборудуется на осмотровой канаве поперечного типа, оснащенной колейными мостиками *9* для автомобилей с передним расположением двигателя и упорами *12* для автобусов с задним расположением двигателя. За счет большой ширины канавы (3 м) имеется свободный доступ к местам крепления двигателя, сцепления, коробки передач, переднего фланца карданного вала. Высокий уровень механизации технологических процессов замены агрегатов обеспечивается применением: консольно-поворотного подъемника *1*, передвигающе-

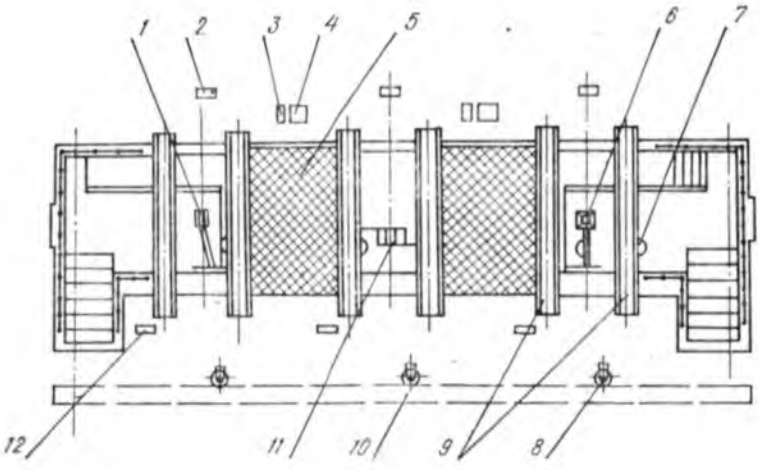


Рис. 6.42. Технологическая планировка комплекса специализированных постов мод. ОН-104:

1 — консольно-поворотный подъемник; *2* — передвижной пост слесаря авторемонтника; *3* — барабан с самонаматывающимся шлангом; *4* — маслораздаточная колонка; *5* — межколейные щиты; *6* — воронка с емкостью для слива отработавшего масла; *7* — полки для инструмента; *8* — наконечник устройства для отсоса отработавших газов; *9* — колейные мостики; *10* — кран-балка; *11* — лестницы; *12* — упор для задних колес

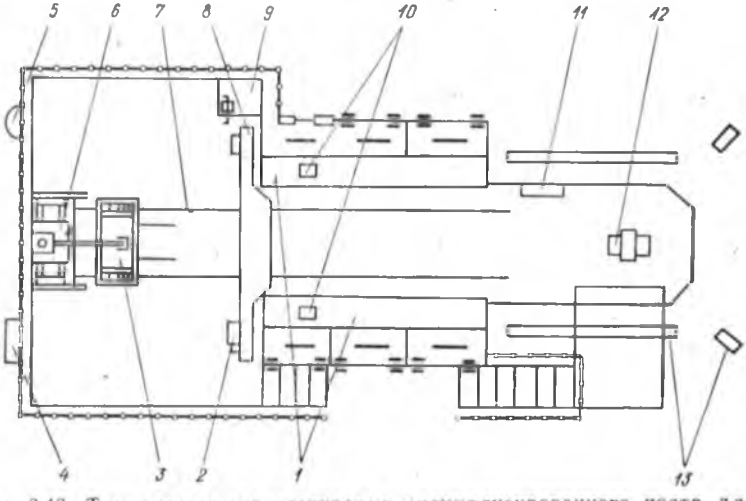


Рис. 6.43. Технологическая планировка специализированного поста для замены агрегатов и узлов автомобилей КамАЗ:

1 — боковые подъемники; *2* — пульт управления стационарный; *3* — тележка; *4* — инструментальный шкаф; *5* — метизный шкаф; *6* — съемное приспособление; *7* — направляющие; *8* — балка опорная; *9* — верстак; *10* — башмаки упорные; *11* — пульт управления переносной; *12* — тележка-емкость для сбора отработавшего масла; *13* — колесоотбой

гося на роликах по направляющим канавы и предназначенного для снятия и установки коробок передач (на раме подъемника крепится стрела, которая с помощью гидроцилиндра, приводимого в действие от автономной насосной станции, может перемещаться в вертикальном направлении); кран-балки *10* для снятия и установки двигателей и транспортировки агрегатов; маслораздаточной колонки *4* для заправки маслом вновь установленных двигателей; барабана *3* с самонаматывающимся шлангом для воды; воронки *6* с емкостью для слива отработавшего масла.

Автотранстехникой разработан специализированный пост для замены коробки передач, сцепления, переднего, среднего и заднего мостов, редукторов среднего и заднего мостов автомобилей КамАЗ (рис. 6.43).

Пост оборудуется на тупиковой канаве с манежной частью. Конфигурация и размеры канавы обеспечивают возможность транспортировки демонтированных агрегатов за пределы автомобиля и организацию рабочего места для снятия и установки колес и редукторов в манежной части. Для механизации вывешивания автомобиля, подъема, опускания и транспортирования демонтированных и монтируемых агрегатов предусмотрены: боковые подъемники консольного типа *1*, имеющие ход на глубину 1300 мм и предназначенные для опускания и подъема мостов автомобиля, а также съемное приспособление *6* с надставкой для снятия и установки коробки передач; П-образная опорная балка *8* с комплектом опорных подушек под лонжероны рамы для вывешивания автомобиля при опускании боковых подъемников; передвижная тележка *3*, перемещающаяся по направляющим, смонтированным на полу осмотровой канавы и служащая для транспортировки агрегатов.

Кроме того, пост оснащен консольно-поворотной стойкой с пневмогайковертом, тележкой-емкостью *12* для сбора отработавшего масла и т. д.

При замене переднего моста, коробки передач, сцепления автомобиль устанавливается на пост передним ходом, при замене среднего и заднего мостов, а также их редукторов — задним. Последовательность операций при замене мостов следующая: отсоединение агрегата; опускание отсоединенного агрегата боковыми подъемниками на передвижную тележку (автомобиль при этом остается вывешенным на П-образной балке); транспортировка агрегата на тележке в манежную часть поста; снятие колес. При замене коробки передач съемное приспособление, установленное на направляющие боковых подъемников с помощью тележ-

ки, подводят под снимаемую коробку, отсоединяют ее, опускают приспособление с коробкой на тележку и транспортируют на ней в манежную часть поста.

ТР включает несколько тысяч наименований разборочно-сборочных и ремонтно-восстановительных работ. Так, например, по двигателю выполняются следующие основные разборочно-сборочные работы, связанные с заменой: коленчатого вала, вкладышей подшипников коленчатого вала; поршней, поршневых колец и пальцев; головок блока цилиндров и прокладок головки блока; клапанов, направляющих втулок и седел клапанов, клапанных пружин, тарелок, сухарей, толкателей и штанг; сальника переднего конца коленчатого вала и его упорной шайбы; гильз блока цилиндров; прокладок крышки головки блока и масляного картера и т. д.

К основным ремонтно-восстановительным работам при ТР двигателя следует отнести: притирку клапанов к седлам, восстановление рабочих фасок седел клапанов, шлифовку фасок клапанов; устранение коробления головки блока; восстановление резьбовых соединений и др.

Основными разборочно-сборочными работами по трансмиссии являются работы по замене: ведомого диска сцепления, подшипника выключения, нажимного диска сцепления; шестерен, подшипников коробки передач; шарниров и валов карданной передачи; подшипников, шестерен, регулировочных шайб главной передачи; полуосей, шестерен полуосей, сателлитов, шпилек полуосей ведущего моста и т. д.

Для выполнения разборочно-сборочных и ремонтно-восстановительных работ в производственных цехах применяются различные стенды, обеспечивающие удобство разборки и сборки агрегатов, всевозможные приспособления и съемники, универсальные и специальные, подъемно-транспортное оборудование и т. д.

То, что ТР выполняется автотранспортными предприятиями, не способствует применению для его производства высокопроизводительного оборудования и соответствующей технологии. Это определяет в значительной мере сравнительно невысокий технологический уровень выполнения работ.

При осуществлении разборочно-сборочных и других работ ТР необходимо строгое соблюдение правил техники безопасности и охраны труда. Снятие, транспортировка и установка на автомобиль или стенд агрегатов при выполнении разборочно-сборочных работ разрешается только с по-

мощью подъемно-осмотровых и подъемно-транспортных механизмов и устройств, оборудованных приспособлениями, подвесами, захватами, обеспечивающими полную безопасность работ.

Подъемно-осмотровое и подъемно-транспортное оборудование должно соответствовать массе агрегатов и механизмов обслуживаемого подвижного состава. Запрещается работать под вывешенным автомобилем без страховочных устройств.

Как отмечалось выше, на ТР приходится значительная доля общественных затрат и трудовых ресурсов, расходуемых на автомобиль за срок его амортизации, включая затраты на изготовление, обслуживание и ремонт, в том числе капитальный.

В условиях дальнейшей автомобилизации страны сохранение такого положения недопустимо, поскольку влечет за собой резкое увеличение и без того неоправданно больших затрат средств и рабочей силы.

На объем и характер работ ТР, определяющих его трудоемкость, существенно влияет конструкция автомобиля. Большие затраты на ТР современных отечественных автомобилей определяются, в частности, их недостаточной надежностью, малой приспособленностью к проведению работ. По мнению специалистов, целесообразнее использовать автомобили пусть повышенной стоимости, зато обладающие более высокой надежностью, что позволит существенно снизить объем ТР, выполнение которого на практике трудно обеспечить производственными площадями, квалифицированными работниками, надлежащим ассортиментом технологического оборудования, запасных частей, агрегатов, материалов.

Анализ возможностей современного отечественного автомобилестроения свидетельствует о том, что в ближайшие годы должны появиться автомобили, удельная трудоемкость работ ТР которых на 1000 км пробега будет в 2...3 раза меньше, чем у существующих [30]. Это может быть достигнуто с помощью следующих основных мер: повышения износостойкости рабочих поверхностей деталей за счет применения лучших материалов, специальной обработки и покрытий; улучшения герметизации узлов и механизмов и их теплового режима; использования саморегулирующихся механизмов, подшипников повышенной надежности; конструктивных изменений, обеспечивающих снижение трудозатрат на замену агрегатов, узлов, деталей.

Эксплуатационные требования к конструкции автомо-

биля в отношении его приспособленности к производству работ ТР сводятся в основном к обеспечению приспособленности конструкции к выполнению разборочно-сборочных работ, составляющих до 50% всего объема работ. Имеется в виду:

обеспечение удобства доступа к любому из агрегатов, узлов для снятия их с автомобиля или частичной разборки при замене отдельных деталей, при этом не должно возникать необходимости в разборке или демонтаже соседних агрегатов, узлов, не требующих ремонта;

во фланцах деталей, в крышках картеров, устанавливаемых «на краску», в разъемных картерах должны предусматриваться отверстия с резьбой под болты, ввертывание которых позволяет разъединять фланцевые детали, удалять стаканы из корпусов и т. д.;

конструкция посадочных мест подшипников качения должна обеспечивать возможность их демонтажа универсальными съемниками без повреждения колец, сепараторов, шариков, роликов;

конструкция узлов, агрегатов должна быть такой, чтобы для их разборки, сборки требовалось минимальное количество ключей, съемников, приспособлений (при этом целесообразна разработка автомобильными заводами конструкций приспособлений для разборки — сборки агрегатов, узлов автомобиля данной модели или рекомендация наиболее рациональных существующих конструкций приспособлений);

конструкция узлов, приборов, у которых возможен отказ в работе отдельных деталей, должна обеспечивать удобство разборки для замены или ремонта детали;

отбалансированные детали должны иметь штифты и пазы или выступы и впадины, обеспечивающие сборку узла только при определенном положении деталей, соответствующем заводской балансировке;

для удобства снятия, транспортировки и установки агрегатов массой более 30 кг подъемными механизмами в конструкции агрегатов должны быть предусмотрены специальные устройства для зачаливания тросов или захвата крюками;

конструкция агрегатов, узлов должна обеспечивать их взаимозаменяемость без предварительной подгонки.

6.7. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

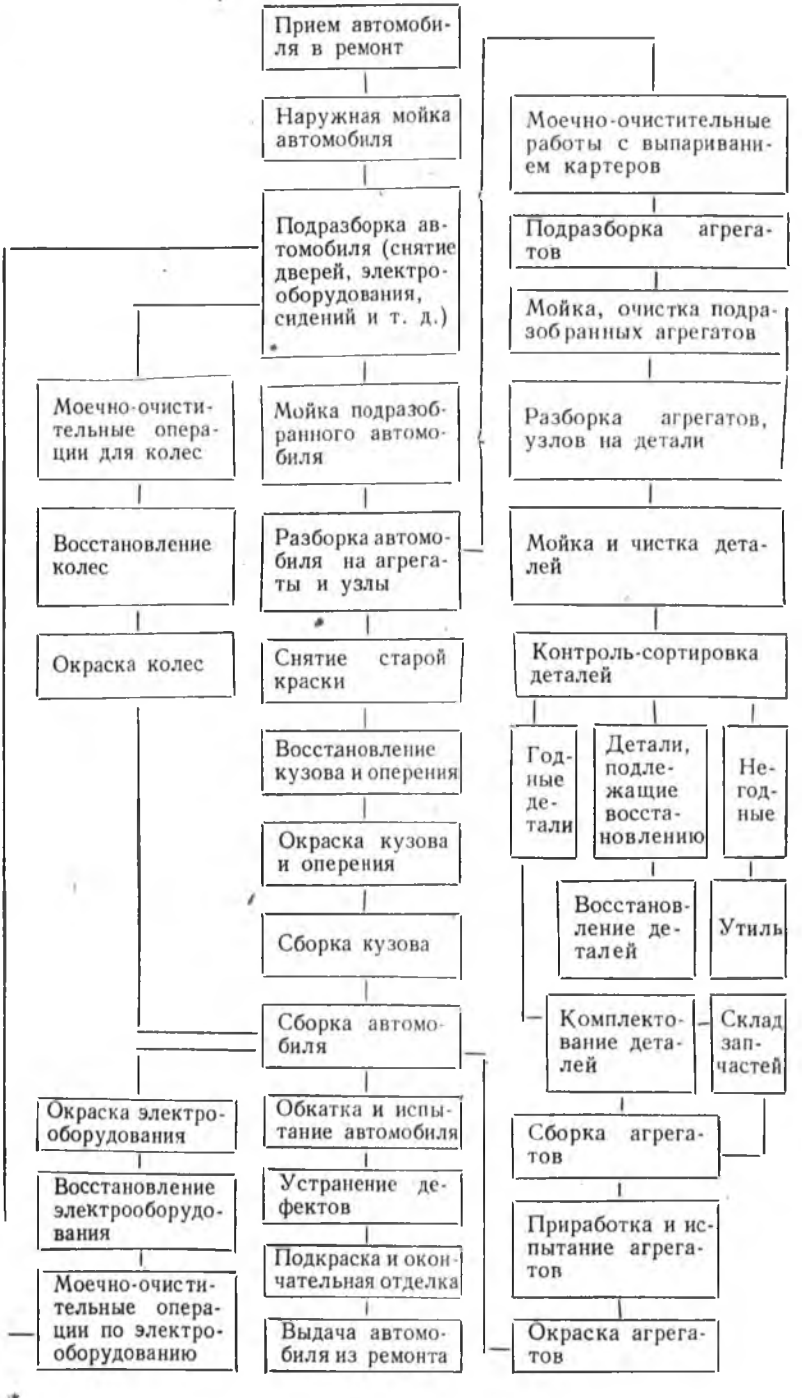
Общие положения. Капитальный ремонт автомобилей может производиться необезличенным и обезличенным методами. При необезличенном методе КР сохраняется принадлежность восстановленных деталей агрегатов, узлов к определенному автомобилю. Обезличенный метод КР, получивший преимущественное применение в нашей стране, предусматривает полное обезличивание деталей и базируется на принципе их взаимозаменяемости, обеспечивающем высокую производительность труда при высоком качестве продукции и минимальной стоимости производства.

На рис. 6.44 показана схема технологического процесса КР легковых автомобилей обезличенным способом. Из схемы видно, что технологический процесс КР автомобиля состоит из трех основных этапов: разборочные, моечно-очистительные работы и дефектоскопия деталей; восстановление деталей и узлов; сборка автомобиля, включающая приработку агрегатов и испытание автомобиля.

Технологический процесс КР включает разборочно-очистительные работы, дефектоскопию деталей как обязательные операции. При сборке автомобиля широко используются детали, ранее работавшие в агрегатах, узлах, т. е. оказавшиеся при контроле годными для дальнейшей работы.

Разборочно-моечные работы. Разборочно-моечные работы в авторемонтном производстве играют большую роль, способствуя обеспечению высокого качества и экономической эффективности ремонта автомобилей. От их качества зависит сохранность деталей и процент годности их для повторного использования и восстановления. По данным проф. Н. Н. Маслова [23], за счет совершенствования разборочно-моечных работ доля повторно использованных подшипников может быть увеличена на 15...20%, кронштейнов — до 10%, нормалей — до 25%, себестоимость ремонта снижается на 5...6%. Разборочно-моечные работы являются наиболее трудоемкими и недостаточно оснащенными современным оборудованием. На них приходится от 9 до 13% общей трудоемкости КР автомобилей. Анализ приспособленности современных автомобилей к выполнению разборочных работ показывает, что с помощью механизированного инструмента можно производить разборку не более 60% сопряжений деталей узлов, агрегатов. В действительности на ре-

Рис. 6.44. Схема технологического процесса капитального ремонта легкового автомобиля


Прием автомобиля в ремонт
Наружная мойка автомобиля
Подразборка автомобиля (снятие дверей, электрооборудования, сидений и т. д.)
Моечно-очистительные операции для колес
Мойка подразобранного автомобиля
Восстановление колес
Разборка автомобиля на агрегаты и узлы
Окраска колес
Снятие старой краски
Восстановление кузова и оперения
Окраска кузова и оперения
Сборка кузова
Сборка автомобиля
Окраска электрооборудования
Обкатка и испытание автомобиля
Восстановление электрооборудования
Устранение дефектов
Моечно-очистительные операции по электрооборудованию
Подкраска и окончательная отделка
Выдача автомобиля из ремонта
Моечно-очистительные работы с выпариванием картеров
Подразборка агрегатов
Мойка, очистка подразобранных агрегатов
Разборка агрегатов, узлов на детали
Мойка и чистка деталей
Контроль-сортировка деталей
Годные детали
Детали, подлежащие восстановлению
Негодные
Восстановление деталей
Утиль
Комплектование деталей
Склад запчастей
Сборка агрегатов
Приработка и испытание агрегатов
Окраска агрегатов

монтных предприятиях механизированный инструмент используется при разборке примерно 25% сопряжений [23].

На крупных авторемонтных предприятиях разборка автомобилей осуществляется на потоке, с расчленением операций и сосредоточением их на определенных постах, оснащенных высокопроизводительными средствами механизации. Для механизации разборки резьбовых соединений применяют пневматические, электрические и гидравлические гайковерты; разборка соединений с гарантированным натягом (подшипники, втулки, шкивы и т. д.) производится с помощью винтовых, рычажных, гидравлических прессов; заклепочные соединения разбирают после срезания или высверливания головок заклепок и последующего их выдавливания из соединений.

Как видно из рис. 6.44, моечно-очистительные работы при КР производятся в несколько стадий: наружная мойка автомобиля, мойка подразобранного автомобиля, моечно-очистительные работы с выпариванием картеров агрегатов, мойка, очистка частично разобранных агрегатов и, наконец, мойка и очистка деталей. Наружная мойка автомобилей и агрегатов осуществляется механизированным способом в специальной моечной камере, оборудованной водонапорными трубами с соплами, или ручным способом — струей высокого давления, создаваемого моечной машиной. При моечно-очистительных работах с поверхности узлов и деталей удаляются различные загрязнения, которые по своему химическому составу подразделяются на: органические (масляные и жировые отложения, пленки лакокрасочных покрытий, консервационные смазочные материалы), неорганические (накипь, продукты коррозии), смешанные (нагары, производственные загрязнения). По данным проф. Н. Н. Маслова, площадь загрязненных поверхностей у одного автомобиля ГАЗ и ЗИЛ составляет соответственно 74 и 82 м², а масса загрязнений достигает 80 кг. При этом масляные загрязнения и дорожная грязь занимают до 70%, лакокрасочные покрытия — до 22, прочие виды загрязнений (накипь, коррозия, нагар и др.) — до 8% общей площади загрязненных поверхностей [23].

Способы очистки и мойки различных изделий, применяемые в авторемонтном производстве, можно разделить на механические, физико-химические и термохимические.

К механическим способам относятся: удаление нагара механизированным или ручным инструментом, обдувкой косточковой крошкой или металлической колотой дробью; водоструйный способ мойки наружных поверхностей авто-

мобилей и агрегатов при помощи моечных установок, снабженных брандспойтами пистолетного типа.

Из физико-химических способов применяются: мойка ремонтируемых объектов погружением их в ванны с моющими жидкостями (растворами); струйная мойка моющими жидкостями. Эффективность очистки моющими растворами повышается при использовании ультразвука, электрического тока, колебаний и вибраций объектов очистки и др.

В основе термохимических способов очистки лежит использование действия тепла и агрессивных щелочных сред. Этим способом удаляются старые лакокрасочные покрытия и нагар (открытым пламенем), очищаются детали в расплаве солей и щелочей.

Наиболее перспективны для капитального ремонта физико-химические способы с использованием химических растворов.

Контроль и сортировка деталей. Контроль и сортировка деталей являются характерной составляющей технологического процесса КР автомобилей и производятся для выявления состояния деталей и разделения их на годные без ремонта, подлежащие ремонту, негодные. Контрольные операции осуществляются путем внешнего осмотра, измерения с помощью жесткого или универсального инструмента, проверки специальными приборами и приспособлениями.

При визуальном осмотре (невооруженным глазом или с помощью лупы, проектора) устанавливаются видимые дефекты (обломы, пробоины, трещины, вмятины, коробления и т. д.). Жесткий и универсальный измерительный инструмент используют для проверки размеров деталей и их формы.

Различные специальные приборы и приспособления служат для проверки расположения элементов деталей относительно друг друга (осей шеек, отверстий, поверхностей); для контроля скрытых дефектов (трещин, пробоин, свищей) применяются дефектоскопы электромагнитные, ультразвуковые, люминесцентные, рентгеновские и др.; для проверки различных свойств и характеристик деталей (твердости, шероховатости поверхности, структуры материала) — твердомеры, профилометры, профилографы, микроскопы, рентгеновские аппараты и т. д.

Для обнаружения трещин в корпусных деталях, преимущественно в блоках и головках цилиндров, используется метод гидравлических испытаний. Давление при испытании зависит от назначения и условий работы деталей. При кон-

троле радиаторов, топливных баков применяют метод пневматических испытаний.

Из методов контроля скрытых дефектов в авторемонтном производстве широко распространен метод магнитной дефектоскопии, отличающийся простотой и высокой производительностью, позволяющий обнаруживать трещины шириной 0,001 мм. Он основан на том, что магнитные силовые линии, проходя через деталь, огибают трещины, раковины, нарушающие магнитную проницаемость металла, образуя над ними магнитное поле рассеивания. Регистрация искажения направления, формы магнитного потока может осуществляться с помощью магнитного порошка, который наносится на намагниченную деталь в сухом виде или в виде суспензии с маслом или керосином. Частицы магнитного порошка располагаются в виде жилок в местах рассеяния магнитных силовых линий, указывая на место расположения дефекта. Метод магнитной дефектоскопии пригоден для контроля деталей из ферромагнитных сплавов (сталь, чугун).

Для контроля скрытых дефектов в деталях из немагнитных материалов применяется люминесцентный метод, основанный на способности некоторых веществ светиться при воздействии на них ультрафиолетовых лучей. При этом на поверхность контролируемой детали наносится флюоресцирующее вещество — люминофор (например, смесь 150 г трансформаторного масла, 750 г керосина, 100 г бензола, 0,5 г зелено-золотистого дефектоля, 5 г эмульгатора ОП-7). Благодаря большой текучести он может проникать в тончайшие трещины и там задерживаться. Деталь после выдержки в растворе в течение 10...15 мин промывают водой, просушивают подогретым сжатым воздухом, затем посыпают мелким сухим порошком силикогеля, который благодаря высокой гигроскопичности вытягивает флюоресцирующий раствор из трещин. При облучении детали ультрафиолетовыми лучами этот раствор светится, указывая на наличие и форму трещин.

Люминесцентный метод позволяет выявлять очень тонкие волосяные трещины, выходящие на поверхность.

Ультразвуковой метод контроля скрытых дефектов основан на явлении распространения в металле ультразвуковых колебаний и отражения их от дефектов, нарушающих сплошность металла (трещины, раковины и т. д.).

Контроль деталей с помощью ультразвука можно осуществлять двумя способами: теневым и импульсным эхо. На рис. 6.45 показана схема действия ультразвукового де-

фектоскопа (теневой способ). Ультразвуковой генератор *1* создает на излучающей пьезоэлектрической пластинке *2* переменную разность потенциалов, благодаря чему пластинка начинает колебаться и передает колебания в виде ультразвуковых волн *4* на деталь *3*. Волны воспринимаются приемной пьезоэлектрической пластинкой *5*, которая посылает сигнал на регистрирующий прибор *7* (рис. 6.45, *а*).

При наличии дефекта *6* ультразвуковые волны, посланные излучающей пластинкой, отразятся от него и не попадут на приемную пластинку. За дефектом образуется звуковая тень. На приемной пластинке в этом случае не возникают заряды, а на регистрирующем приборе отсутствуют показания, что указывает на наличие дефекта (рис. 6.45, *б*).

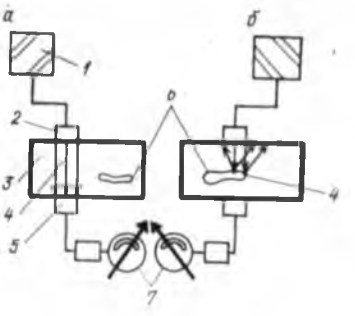


Рис. 6.45. Схема действия ультразвукового дефектоскопа:
а — дефект не обнаружен; *б* — дефект обнаружен

В авторемонтном производстве широкое применение получили импульсные ультразвуковые дефектоскопы, в основе работы которых лежит явление отражения ультразвуковых волн (рис. 6.46).

Генератор *6* посылает импульсы на излучающий пьезоэлектрический щуп *3*, который при плотном контакте с деталью периодически создает в детали *1* ультразвуковые колебания в виде коротких импульсов. Последние, достигнув противоположной стороны детали (дна), отражаются от нее и попадают на приемный щуп *2*, вызывая в нем механические колебания, которые порождают в пьезощупе электрические сигналы. Последние усиливаются в ламповом усилителе *4* и попадают на электронно-лучевую трубку *5*. С помощью генератора развертки *7* на экране трубки возникает временная горизонтальная развертка луча. Первый (начальный) импульс возникает в начале развертки в виде вертикального пика. В конце развертки появляется импульс донного сигнала, на расстоянии l_2 от первого, соответствующем толщине контролируемой детали. При наличии скрытого дефекта *8* на экране трубки появляется импульс, отраженный от дефекта. Расстояние l_1 от первого импульса до него соответствует глубине залегания дефекта.

Максимальная глубина прозвучивания при ультразвуковом методе для стали составляет 2600 мм, минимальная — 7 мм.

Восстановление деталей. Основным назначением этого процесса является восстановление правильной геометрической формы деталей, первоначальной посадки в сопряже-

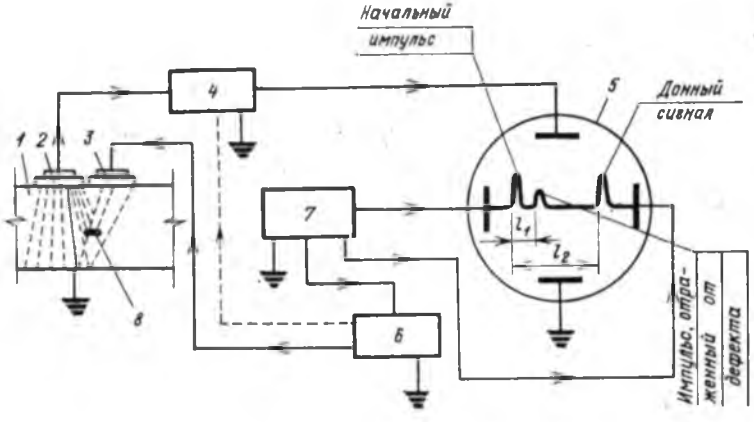


Рис. 6.46. Схема дефектоскопа, работающего по принципу отражения ультразвуковых волн

нии, механической прочности, износостойкости и антикоррозионной стойкости.

В авторемонтном производстве восстановление посадок сопрягаемых поверхностей деталей осуществляется двумя способами: приданием каждой из сопрягаемых поверхностей новых, так называемых ремонтных размеров; полным восстановлением первоначальных размеров изношенных мест деталей.

При первом способе, получившем название способа ремонтных размеров, с изношенной части одной из сопряженных деталей (например, шейка вала) снимается минимально необходимый слой металла с целью устранения отклонений от правильной геометрической формы. Полученный после обработки новый размер называется ремонтным. Таким образом, ремонтный размер — такой размер, который будет иметь изнашивавшаяся часть детали после снятия с нее механической обработкой слоя металла, минимально необходимого для придания ей правильной геометрической формы с учетом припуска на обработку. Под ремонтный размер, как правило, восстанавливают более сложную и

дорогостоящую деталь; размер второй должен соответствовать размеру восстанавливаемой основной. Это достигается применением при сборке сопряжений новых запасных деталей соответствующих ремонтных размеров, выпускаемых промышленностью или восстановленных под соответствующий ремонтный размер.

В авторемонтном производстве различают ремонтные размеры двух видов: стандартные и свободные, или не регламентированные. Стандартные ремонтные размеры распространяются на такие детали, как поршни, поршневые кольца и пальцы, тонкостенные вкладыши, толкатели. Автомобильная промышленность и предприятия по производству запасных частей выпускают их крупными партиями. Соответственно цилиндры блока, коленчатые валы, направляющие отверстия под толкатели при ремонте восстанавливаются под определенный ремонтный размер. Наличие стандартных ремонтных размеров позволяет осуществлять ремонт методом взаимозаменяемости, что способствует сокращению его продолжительности, повышению качества и удешевлению.

При нестандратных ремонтных размерах сборка связана с подгонкой сопряженной детали, что ведет к удорожанию ремонта и снижению его качества. Этот вид ремонтных размеров характерен для мелкосерийного и индивидуального ремонтного производства.

Стандартные ремонтные размеры устанавливают с учетом величины и характера износа поверхности и припуска на обработку, назначаемого в зависимости от вида обработки, типа оборудования, размера и материала детали.

Если обозначить износ (максимальный) через i, а припуск на сторону через a, то первый ремонтный размер

$$d_{р1} = d_н - 2i - 2a = d_н - 2(i + a),$$

где $d_н$ — номинальный диаметр шейки вала.

Второй ремотный размер

$$d_{р2} = d_{р1} - 2(i + a) = d_н - 4(i + a).$$

Величина $2(i + a)$, равная разнице между номинальным размером и первым ремонтным или двумя соседними ремонтными размерами, называется ремонтным интервалом ω.

Последний ремонтный размер зависит от предельно допустимого размера детали (например, шейки вала). Его дальнейшее уменьшение не допускается из соображений сохранения прочности детали, необходимой глубины цемен-

тованного или поверхностно закаленного слоя. Исходя из этого, количество ремонтных размеров детали (вала) определяется из выражения:

$$n = \frac{d_н - d_{пр}}{\omega},$$

где $d_{пр}$ — предельно допустимый диаметр шейки вала.

Способ ремонтных размеров при ремонте сопряжения наиболее экономичен вследствие своей простоты (весь ремонт сводится к механической обработке) и широко применяется в авторемонтном производстве. С другой стороны, ему присущ и ряд существенных недостатков: усложнение технологического процесса ремонта (контроля-сортировки, комплектования деталей, сборки узлов и агрегатов) из-за многообразия деталей различных ремонтных размеров; необходимость в применении большого набора предельного мерительного инструмента; неизбежное увеличение складских запасов деталей.

При втором способе деталь сначала подвергается механической обработке для придания ей правильной геометрической формы, затем ее поверхность наращивается, после чего производится механическая обработка под номинальный размер.

Способ восстановления первоначальных размеров более дорогой, но лишен недостатков, присущих способу ремонтных размеров, и поэтому считается более прогрессивным.

В авторемонтном производстве широко распространены различные технологические способы восстановления изношенных поврежденных деталей: механическая и слесарная обработка, сварка и наплавка, пластическое деформирование, нанесение гальванических и химических покрытий, металлизация, электроэррозионная обработка и т. д.

Механическая обработка различных видов применяется: при восстановлении деталей под ремонтный размер, для предварительной и окончательной обработки поверхностей деталей при восстановлении их до первоначального размера, для удаления изношенных частей деталей и изготовления взамен их дополнительных, при изготовлении новых деталей. Механическая обработка используется также при ремонте путем установки дополнительных деталей. Сущность этого способа состоит в том, что изношенная поверхность обрабатывается под меньший (для вала) или больший (для отверстия) размер и на нее устанавливается специально изготовленная дополнительная деталь (втулка, насадка, ввертыш, компенсирующая шайба и др.)

(рис. 6.47). Ее крепление осуществляется напрессовкой с гарантированным натягом, стопорными винтами, приваркой, клеевыми композициями и др.

Способом дополнительных деталей восстанавливают посадочные отверстия под подшипники качения в картерах коробок передач, задних мостов, в ступицах, гнезда клапанов, резьбовые отверстия и т. д.

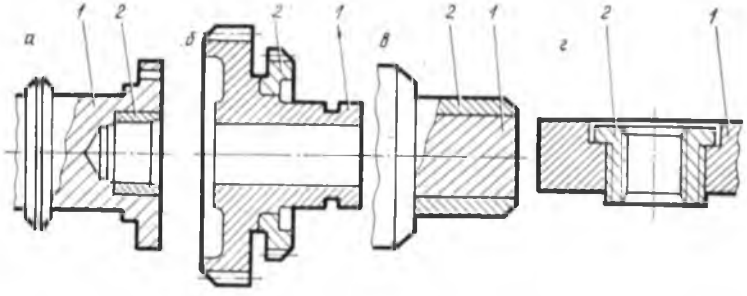


Рис. 6.47. Восстановление изношенных отверстий *(а)*, шестерен *(б)*, шеек цапф *(в)*, резьб *(г)* постановкой дополнительных деталей:
1 — изношенная деталь; *2* — дополнительная деталь

Механическая обработка в авторемонтном производстве имеет ряд особенностей по сравнению с обработкой при изготовлении новых деталей. Это обусловливается изнашиванием, повреждением установочных баз, неравномерным изнашиванием, наклепом рабочих поверхностей, предшествующей термической и химико-термической обработкой деталей, остаточными деформациями, неравномерностью, твердостью, хрупкостью наращенного слоя на изношенных поверхностях и т. д. Вследствие этого в авторемонтном производстве не представляется возможным в полной мере использовать типовые технологические процессы, применяемые на автостроительных заводах. Механическая обработка в авторемонтном производстве обычно выполняется на универсальном оборудовании с ручным управлением. Неравномерность припусков при обработке (вследствие неравномерности изнашивания), неоднородность снимаемого слоя металла приводят к изменениям усилий резания, к вибрациям системы деталь — станок. Изнашивание, повреждение, а в некоторых случаях уничтожение установочных баз, используемых при изготовлении деталей, вынуждает выбирать новые базы или исправлять поврежденные. Все это является причиной снижения точности обработки деталей, ухудшения качества обработки.

Пластическое деформирование в авторемонтном производстве применяется для устранения деформаций (изгиба, коробления и др.) в деталях, восстановления размеров и формы деталей (втулок, муфт и т. д.) за счет перераспределения металла с нерабочих частей на изношенные поверхности. Деформирование производится до получения в изношенных местах номинальных размеров с учетом припуска для механической обработки. Утраченные в процессе пластического деформирования физико-механические свойства материала восстанавливаются проведением различных видов термической обработки.

При восстановлении деталей применяется пластическое деформирование следующих видов: правка, раздача, осадка, обжатие, вытягивание, накатывание, раскатывание, механическая и электромеханическая высадка, наклеп и т. д.

Правкой устраняются деформации (прогибы, скручивание) коленчатых и кулачковых валов, шатунов, полуосей, балок передней оси, деталей рам и т. д. Существуют два способа правки: статическим нагружением и наклепом. В первом случае повышение устойчивости правки, по данным проф. Н. Н. Маслова, обеспечивается нагревом детали до температуры 400...500 °С с выдержкой при ней в течение 0,5...1 ч или (если такой нагрев осуществить нельзя из-за ухудшения механических свойств закаленных поверхностей) до 180...200 °С при выдержке 5...6 ч [23].

При холодной правке наблюдаются явления наклепа, приводящего к уменьшению пластичности металла, появляются остаточные напряжения, которые при эксплуатации автомобиля могут суммироваться с напряжениями, возникающими под действием рабочих нагрузок, и вызывать вторичные деформации деталей, трещины. Холодная правка снижает предел выносливости деталей на 10...15%.

Прогрессивной является правка деталей местным поверхностным наклепом. Сущность ее заключается в следующем. Определенные, как правило, менее напряженные места подвергают наклепу с помощью специального пневматического молотка с шарообразной головкой радиусом 10...20 мм. В результате поверхностные слои металла несколько растягиваются, вызывая деформацию детали в в противоположную сторону. Указанным способом правят, например, коленчатые валы. Зонами наклепа при этом служат щеки коленвала. Способ правки поверхностным наклепом значительно точнее правки под прессом, а устойчивость результатов правки во времени более высокая.

Раздачей восстанавливают размеры наружных поверх-

ностей пустотелых деталей (поршневых пальцев, чашек дифференциала при предельном износе шеек под кольца подшипников, труб полуосей), применяя набор соответствующих пуансонов, протяжек. Раздача может производиться без нагрева или с нагревом детали в зависимости от материала и способа термической обработки.

Осадка применяется для увеличения наружного диаметра сплошных и полых деталей и уменьшения внутреннего диаметра полых деталей за счет незначительного уменьшения их высоты. Осадкой восстанавливают полуоси, ступицы ведомых дисков сцепления, толкатели клапанов, втулки шатунов, шкворней и др.

Обжатие используется для восстановления внутренних размеров полых деталей за счет уменьшения наружного их диаметра. Восстанавливают обжатием втулки из цветных металлов, отверстия рычагов, например конусное отверстие рулевой сошки, и др.

Для восстановления деталей с местными износами (шлицы, шестерни, шаровые пальцы, посадочные места подшипников) применяются выдавливание и высадка, которые могут осуществляться механическим и электромеханическим способами.

Электромеханический способ пластического деформирования используется для восстановления размеров изношенных поверхностей, их упрочнения и размерно-чистовой обработки. Его сущность заключается в совместном тепловом (электрический ток 450...600 А) и механическом воздействии инструмента на восстанавливаемую деталь. Выделяемая в месте контакта инструмента с деталью теплота обеспечивает нагрев металла в зоне контакта до 800...850 °С, что облегчает пластическое деформирование металла. Вследствие нагрева и давления инструмента контактные участки поверхности детали высаживаются или сглаживаются в зависимости от профиля инструмента (рис. 6.48).

Этим способом можно восстанавливать посадочные шейки валов с износом до 0,3 мм. По данным проф. Н. Н. Маслова, электромеханическое выглаживание позволяет получить шероховатость поверхности *Ra* в пределах 0,16...0,63 мкм и повышать усталостную прочность и износостойкость деталей на 20...50% [23].

Сварка и наплавка — самые распространенные способы восстановления деталей в авторемонтном производстве. Широко применяются немеханизированные сварка и наплавка (газовая и электродуговая). На их долю приходится 35...65% общей трудоемкости сварочных работ.

Среди механизированных способов наиболее распространена наплавка под слоем флюса, вибродуговая, в среде защитных газов, водяного пара.

Сварка служит для восстановления деталей с трещинами, пробоинами, раковинами от коррозии, а наплавка — для восстановления формы и размеров изношенных деталей.

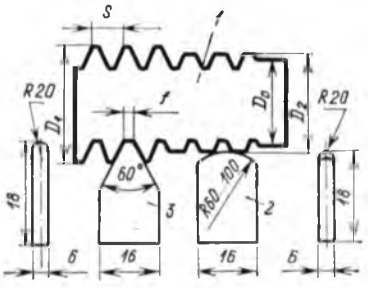


Рис. 6:48. Схема восстановления деталей электромеханическим высаживанием и выглаживанием:
1 — деталь; *2* — сглаживающая пластина, *3* — высаживающая пластина

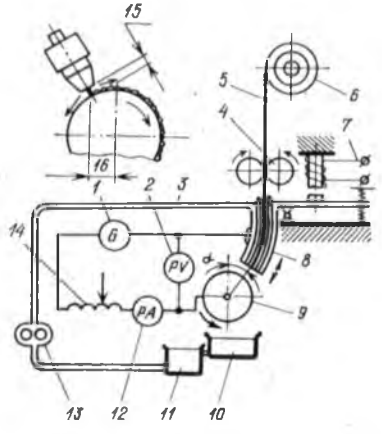


Рис. 6.49. Схема установки для вибродуговой наплавки деталей:
1 — генератор; *2* — вольтметр; *3* — шланг для подачи жидкости; *4* — подающий механизм; *5* — электродная проволока; *6* — кассета; *7* — вибратор; *8* — мундштук; *9* — направляемая деталь; *10* — поддон; *11* — фильтр; *12* — амперметр; *13* — насос; *14* — катушка самоиндукции; *15* — вылет электрода; *16* — смещение электрода

Наплавка под слоем флюса применяется для ответственных деталей, работающих в условиях динамического нагружения (коленчатые валы, полуоси, вилки карданов и т. д.). Дуга при этом возникает в зоне, защищенной жидким шлаком расплавленного флюса и газами, что препятствует образованию оксидных и нитридных соединений в наплавляемом металле, способствует формированию качественных, плотных швов с требуемыми покрытиями за счет подбора электродной проволоки и флюса.

В авторемонтном производстве достаточно широко распространена вибродуговая наплавка в среде жидкости. При вибродуговой наплавке (рис. 6.49) электрод не только поступательно движется, но и вибрирует с заданной частотой и амплитудой, вследствие чего происходит периодическое замыкание и размыкание сварочной цепи между электродной проволокой и деталью. В момент короткого замыкания ток в цепи быстро воз-

растает, и при выделении теплоты происходит оплавление конца электродной проволоки. В момент отрыва электрода от детали между ними возникает дуговой разряд, который также приводит к большому выделению теплоты. В результате часть металла электрода переносится на деталь.

При вибродуговой наплавке восстанавливаемая деталь нагревается слабо, зона термического влияния невелика, в результате чего химический состав и физико-механические свойства детали почти не изменяются. Подаваемая в зону соприкосновения электрода и детали охлаждающая жидкость способствует получению закаленного наплавленного слоя с достаточно высокой твердостью и износостойкостью. Однако твердость наплавленного слоя получается неравномерной, что обусловливается неоднородностью его структуры. Встречающиеся в наплавленном слое поры и окислы снижают усталостную прочность восстанавливаемых деталей.

В силу указанных достоинств и недостатков вибродуговую наплавку рекомендуется применять для восстановления круглых деталей малых диаметров (10...15 мм) и деталей с высокой поверхностной твердостью (в этом случае не требуется последующая термообработка). В авторемонтном производстве она используется для восстановления деталей, работающих при незначительных динамических нагрузках (шейки валов коробок передач и задних мостов под подшипники качения, шейки распределительных валов, крестовины дифференциала и др.).

Новым перспективным способом восстановления деталей является наплавка и сварка плазмой. Сущность этого способа заключается в получении струи плазмы, имеющей температуру 16 000...24 000 °С, за счет обжатия и продувания газа (аргона, гелия, азота, водорода) через электродуговой разряд.

В основе электроферромагнитной наплавки деталей лежит принцип направленного нанесения на восстанавливаемых поверхностях ферромагнитных порошков и последующего их припекания токами высокой плотности. Этот способ позволяет путем подбора состава порошков получать покрытия с заданными физико-механическими свойствами.

Электроконтактная наплавка деталей проволокой состоит в приварке и деформировании в разогретом состоянии сварочной проволоки, навитой на изношенные поверхности. Разогрев проволоки осуществляется импульсным генератором, а деформирование — роликами из меди, установленными на суппорте станка.

Металлизация имеет ряд преимуществ перед другими способами восстановления деталей. Сущность способа восстановления деталей металлизацией заключается в следующем: металл в виде проволоки или порошка подается в специальный аппарат-металлизатор, на выходе из него расплавляется, подхватывается струей сжатого воздуха или инертных газов, распыливается и наносится на специально подготовленную поверхность детали. При этом максимальная скорость частиц металла составляет 190 м/с, время движения до детали — тысячные доли секунды. В результате частицы металла достигают поверхности детали, находясь в пластическом состоянии. В зависимости от способа расплавления металла металлизацию подразделяют на электродуговую, газовую, высокочастотную, плазменно-дуговую, взрывную (детонационный метод). С ее помощью на восстанавливаемую поверхность можно наносить слой металла толщиной от 0,03 мм до 10...15 мм. Наращивать способом металлизации можно любой материал, так как при этом наращиваемая поверхность нагревается не выше 80 °С. Напыленный слой металла получается пористым и обладает высокой износостойкостью.

Однако металлизации присущ и ряд недостатков: малая прочность сцепления покрытия с металлом восстанавливаемой детали; значительные потери металла, особенно при металлизации малогабаритных деталей; трудность подготовки к напылению деталей с высокой поверхностной твердостью.

Подготовка восстанавливаемой поверхности к наращиванию напылением производится с целью повышения сцепляемости напыленного слоя с основным металлом и состоит в придании поверхности необходимой шероховатости различными способами: обдувкой дробью или стальной крошкой, нарезкой рваной резьбы, нарезкой резьбы и ее прикаткой, анодно-механической обработкой и т. д.

Нанесение гальванических и химических покрытий, характеризующихся высокими показателями износостойкости, твердости, коррозионной стойкости, широко применяется в авторемонтной практике для восстановления деталей. Гальванические покрытия осаждаются на детали из водяных растворов солей под действием электрического тока, химические покрытия получаются в результате взаимодействия поверхностного слоя детали с растворами солей металлов в присутствии химических восстановителей, в качестве которых используются различные соли щелочных металлов и ангидриды.

Среди гальванических и химических способов восстановления деталей наиболее широко распространены хромирование и осталивание, дающие осадки высокой твердости и износостойкости без нарушения структуры основного металла. Хромированием и осталиванием восстанавливается большое число различных деталей, особенно малогабаритных, с небольшим износом: стержни клапанов и толкателей, шейки валов под подшипники качения, шкворни и т. д.

Клеи и клеевые композиции в авторемонтном производстве используются для: восстановления деталей с трещинами и пробоинами (блоки цилиндров, картеры агрегатов и т. д.); выравнивания поверхностей кабин, кузовов перед покраской; востановления размеров и геометрической формы изношенных деталей; устранения задиров, царапин на трущихся поверхностях; склеивания поврежденных деталей; обеспечения прочности и герметичности неподвижных сопряжений и т. д. Клеевые композиции обладают прочностью, теплостойкостью, стойкостью к воздействию воды, топлива, масел, вибрационной устойчивостью от разрушений, что обеспечивает достаточную надежность деталей в различных условиях работы. Наиболее широкое распространение получили многокомпонентные клеевые композиции холодного и горячего отверждения, в состав которых входят: смолы, пластификаторы, отвердители, ускорители, растворители, наполнители и другие добавки.

Применение клеевых композиций при восстановлении деталей характеризуется простотой выполнения операций, отсутствием необходимости в сложном оборудовании. По данным проф. Н. Н. Маслова, трудоемкость восстановления деталей клеевыми композициями в 2 раза ниже, чем при сварке. Себестоимость восстановления не превышает 10...20% прейскурантной стоимости деталей [23].

Трудоемкость капитального ремонта, его качество в большой степени зависят от приспособленности конструкции автомобиля к производству работ. Это прежде всего относится к разборочным работам. Основные требования к конструкции автомобиля, предъявляемые при их выполнении, были указаны при рассмотрении вопросов текущего ремонта. В целях повышения качества и снижения трудоемкости разборочно-сборочных работ при капитальном ремонте определяется ряд дополнительных требований к конструкции автомобиля, его агрегатов: надежная антикоррозионная защита, достаточная прочность крепежных деталей, обеспечивающие сохранность деталей в течение межремонт-

ного пробега; возможность разборки агрегатов, узлов без повреждения деталей.

Для деталей, восстановление которых производится способом ремонтных размеров или постановкой дополнительных деталей, должны быть предусмотрены: размеры в сечениях изнашивающихся мест, обеспечивающие необходимый запас прочности; оптимальная толщина упрочненного поверхностного слоя; установочные технологические базы, которые не подвергались бы изменению в процессе эксплуатации, повреждению при монтаже — демонтаже. Тело детали должно допускать увеличение отверстия или уменьшение шейки без снижения прочности детали при восстановлении поверхностей постановкой дополнительных деталей. При конструировании сложных и дорогостоящих деталей в изнашивающихся местах следует предусматривать легкосъемные, сменные, простые по конструкции детали.

Особенности комплектования деталей, сборки сопряжений. В отличие от массового поточного автомобильного производства, где автомобили собирают исключительно из новых деталей, в авторемонтном производстве сборка осуществляется из деталей номинальных и ремонтных размеров и с допустимым износом. В связи с этим полная взаимозаменяемость здесь сохраняется только для деталей новых с номинальными размерами или восстановленных под номинальный размер. Для деталей ремонтных размеров принцип взаимозаменяемости действует только в пределах данного ремонтного размера. Детали же с допустимым износом не взаимозаменяемы. Это приводит к значительному усложнению процесса комплектования деталей, включающего отбор деталей по наименованию и количеству для сборки узлов и агрегатов и общей сборки автомобиля, а также подбор сопрягаемых деталей по размеру, а в некоторых случаях и по массе с целью обеспечения точности сборки (требуемых зазоров, натягов в сопряжениях, пространственного положения деталей).

В авторемонтном производстве точность сборки сопряжений обеспечивается методами, применяемыми и в машиностроении: полной взаимозаменяемости; групповой взаимозаменяемости (селективной сборки); регулирования; пригонки.

При полной взаимозаменяемости деталей требуемая точность сборки достигается путем их соединения без выбора, подбора, изменения размеров. Этот метод имеет несомненные преимущества (простота и удешевление процесса сборки, возможность широкого применения поточного

метода, снижение трудоемкости ремонта), однако требует обработки деталей с высокой точностью, обусловленной жесткими пределами допусков, что даже для машиностроения, а тем более для авторемонтного производства сложно и неэкономично. Применение метода полной взаимозаменяемости в авторемонтном производстве ограничено.

При неполной (частичной) взаимозаменяемости допуски на размеры сопрягаемых деталей берутся бо́льшими, чем при полной взаимозаменяемости. Однако в этом случае могут возникать отклонения посадок от установленных допусков и необходимость разборки и повторной сборки сопряжений. Метод неполной взаимозаменяемости целесообразен, когда дополнительные затраты на производство разборочно-сборочных работ меньше затрат на изготовление сопрягаемых деталей с более узкими допусками, обеспечивающими требуемую точность сборки всех соединений.

Наиболее перспективен для авторемонтного производства метод селективной сборки, при котором высокая точность обеспечивается путем соединения деталей, принадлежащих к одной из размерных групп. В пределах размерной группы требуемая точность сборки достигается методом полной взаимозаменяемости. Эффективность метода — в обеспечении высокой точности сборки при экономически целесообразной точности и стоимости изготовления сопрягаемых деталей. Область применения этого метода в авторемонтном производстве распространяется, помимо сопряжений, для сборки которых данный метод используется в автостроении, на многие сопряжения, собираемые из деталей с допустимым износом.

При использовании метода регулирования требуемая точность сборки достигается изменением размера одной из деталей, называемой компенсатором, без снятия с нее слоя металла: изменением положения детали путем ее поворота или линейного перемещения до достижения требуемого допуска в сопряжении (подвижный компенсатор) или введением в размерную цепь комплекта колец, прокладок, регулировочных шайб (неподвижный компенсатор).

Пригонка заключается в достижении необходимой точности сборки путем изменения размера одной из деталей снятием с нее слоя металла. Метод трудоемок, требует от исполнителей высокой квалификации, непригоден для поточного производства.

В авторемонтном производстве комплектование имеет большее по сравнению с автостроением значение в повышении качества продукции. Широкое применение методов груп-

повой взаимозаменяемости и регулирования обеспечивает значительное повышение надежности отремонтированных агрегатов и автомобилей.

Сборка и испытание агрегатов и автомобилей. Сборка является завершающим этапом технологического процесса КР. Объем сборочных работ составляет от 18 до 40% общей трудоемкости ремонта автомобиля.

В зависимости от производственной программы и однородности ремонтируемых объектов (агрегатов, автомобилей) сборка в авторемонтном производстве может осуществляться на универсальных, специализированных постах или поточных линиях, оснащенных специальными устройствами для транспортирования, подъема и поворачивания собираемых объектов.

Поточный метод организации производства сборки агрегатов и автомобилей наиболее совершенен. Он позволяет повысить производительность труда, снизить стоимость ремонта, повысить его качество. При поточном методе сборки создаются предпосылки для более рациональной механизации всех операций, широкого применения специального оборудования и оснастки. Перемещение автомобилей на линии осуществляется с помощью грузонесущих конвейеров прерывного действия; поточная сборка агрегатов производится на приводных конвейерах, на тележках-эстакадах конвейерного типа, на многопозиционных стендах (сборка коробок передач и рулевых механизмов).

Механизация подъемно-транспортных работ осуществляется в основном с помощью мостовых кранов и электротельферов. В целях повышения производительности труда применяются различные приспособления, для механизации сборки резьбовых соединений — механизированный инструмент: гайковерты с электрическим, пневматическим, гидравлическим приводом рабочего органа.

Уровень механизации сборочных работ в авторемонтном производстве низок (около 5%), в то время как в машиностроении в условиях серийного производства он составляет 15...20%, массового — 50...60% [22]. Совершенствование сборочных работ, более широкая их механизация, автоматизация отдельных операций будут способствовать дальнейшему улучшению авторемонтного производства.

Капитально отремонтированные автомобили и агрегаты подвергаются приемо-сдаточным испытаниям. При этом производятся стендовые испытания агрегатов, включая приработку, обкатку и испытания двигателей; испытание автомобилей пробегом или на стендах. Диагностические участ-

ки передовых ремонтных предприятий оснащаются стендами для определения тяговых и экономических показателей автомобилей; для проверки тормозов, развала и схождения передних колес; балансировки колес; проверки систем питания, зажигания, электрооборудования; очистки и промывки систем смазки двигателей и картеров трансмиссии.

Качество отремонтированных автомобилей должно соответствовать техническим условиям на сдачу в капитальный ремонт и выдачу из ремонта автомобилей, их агрегатов и узлов.

6.8. Требования к эксплуатационной технологичности и ремонтопригодности автомобилей

Затраты времени, труда и средств на техническое обслуживание и ремонт автомобилей, прицепов, полуприцепов, эффективность их использования в процессе эксплуатации в значительной степени зависят от степени приспособленности подвижного состава автотранспорта к выполнению работ по обслуживанию и ремонту.

ГОСТ 21624—81 устанавливаются требования по обеспечению эксплуатационной технологичности и ремонтопригодности автомобилей, прицепов, полуприцепов (под эксплуатационной технологичностью следует понимать технологичность конструкции автомобиля при подготовке его к использованию по назначению, техническом обслуживании и текущем ремонте): увеличение периодичности технического обслуживания; повышение безотказности работы автомобилей, их агрегатов, узлов; обеспечение свободного доступа к агрегатам, узлам, требующим проведения ТО и ТР; обеспечение легкосъемности агрегатов, узлов; стандартизация и унификация агрегатов, узлов и эксплуатационных материалов; уменьшение количества агрегатов, узлов, механизмов, требующих регулярного ТО; сокращение номенклатуры и типоразмеров крепежных деталей; совершенствование антикоррозийной защиты автомобиля, его агрегатов, узлов и крепежных деталей; контролепригодность при использовании по назначению, ТО и ТР; приспособленность к выполнению моечных, крепежных, регулировочных, смазочных, контрольно-диагностических и ремонтных работ; обеспечение полной геометрической и функциональной взаимозаменяемости однотипных составных частей при техническом обслуживании и ремонте; снижение численности обслуживающего персонала и потребности в специалистах высокой ква-

лификации за счет сокращения и упрощения демонтажно-монтажных, регулировочных и других работ.

Требования к эксплуатационной технологичности и ремонтопригодности должны включаться в техническое задание на разработку или модернизацию автомобиля и карту технического уровня.

ГОСТ 20334—81 устанавливает основные и дополнительные показатели ремонтопригодности и эксплуатационной технологичности автомобилей, прицепов, полуприцепов для регламентированных условий эксплуатации.

К основным показателям эксплуатационной технологичности и ремонтопригодности относятся:

периодичность технического обслуживания автомобиля, тыс. км;

разовая оперативная трудоемкость ежедневного технического обслуживания $S_{\text{е.о}}$, которая представляет среднюю оперативную трудоемкость выполнения одного ежедневного ТО (чел.-ч):

$$S_{\text{е.о}} = \sum_{i=1}^{n} S^{\text{е.о}}_i,$$

где n, $S^{\text{е.о}}_i$ — соответственно количество операций и средняя оперативная трудоемкость i-й операции ежедневного технического обслуживания;

удельная оперативная трудоемкость технического обслуживания $\overline{S}_{\text{т.о}}$, определяемая как отношение математического ожидания средней оперативной трудоемкости ТО к заданной наработке объекта:

$$\overline{S}_{\text{т.о}} = \sum_{i=1}^{n} \frac{\tau^{\text{т.о}}_i}{l^{\text{т.о}}_i} \cdot 1000,$$

где $\tau^{\text{т.о}}_i$ — средняя трудоемкость i-й операции ТО, чел.-ч; $l^{\text{т.о}}_i$ — средняя периодичность i-й операции ТО, км; n — количество всех операций ТО;

удельная оперативная трудоемкость текущего ремонта $\overline{S}_{\text{т.р}}$, определяемая как отношение математического ожидания средней оперативной трудоемкости текущих ремонтов к заданной наработке объекта:

$$\overline{S}_{\text{т.р}} = \frac{\sum_{i=1}^{h} \tau^{\text{т.р}}_i}{l_{\text{п}}} \cdot 1000,$$

где $\tau^{\text{т.р}}_i$ — средняя трудоемкость i-го ТР, чел.-ч.; $l_{\text{п}}$ — общий

пробег автомобиля (прицепа, полуприцепа) до капитального ремонта, км; b — количество всех ТР за период испытаний.

Для дифференцированной оценки эксплуатационной технологичности и ремонтопригодности ГОСТом рекомендуются дополнительные показатели.

К дополнительным показателям ремонтопригодности относятся: удельная оперативная продолжительность капитального ремонта $\overline{T}_{к.р}$ — отношение математического ожидания средней оперативной продолжительности капитального ремонта к заданной наработке автомобиля:

$$\overline{T}_{к.р} = T_{к.р}/t,$$

где $T_{к.р}$ — средняя оперативная продолжительность КР, ч; t — заданная наработка до первого КР, тыс. км;

удельная оперативная трудоемкость капитального ремонта $\overline{S}_{к.р}$ — отношение математического ожидания средней оперативной трудоемкости капитальных ремонтов к заданной наработке:

$$\overline{S}_{к.р} = S_{к.р}/t;$$

коэффициент оперативной трудоемкости капитального ремонта $K_{к.р}$, определяемый как отношение средней оперативной трудоемкости КР к средней оперативной трудоемкости изготовления автомобиля:

$$K_{к.р} = S_{к.р}/S_{о};$$

удельная оперативная трудоемкость технического обслуживания $R_{т.о}$, отнесенная к номинальному значению его основного параметра:

$$R_{т.о} = \overline{S}_{т.о}/N,$$

где N — основной параметр — конструктивный или эксплуатационный параметр, предусмотренный технической документацией (для грузового автомобиля — грузоподъемность, для легкового — литраж двигателя, для автобуса — габаритная длина);

удельная оперативная трудоемкость текущего ремонта $R_{т.р}$, отнесенная к номинальному значению его основного параметра:

$$R_{т.р} = \overline{S}_{т.р}/N;$$

уровень ремонтопригодности по техническому обслуживанию $K_{у.т.о}$ и текущему ремонту $K_{у.т.р}$, определяемые относительно соответствующего заданного значения или базового показателя ремонтопригодности:

$$K_{у.т.о} = R_{т.о} / R_{т.о}^{зад},\ K_{у.т.р} = R_{т.р} / R_{т.р}^{зад},$$

где $R_{т.о}^{зад}$, $R_{т.р}^{зад}$ — заданные значения показателя ремонтопригодности по техническому обслуживанию и текущему ремонту.

К дополнительным показателям эксплуатационной технологичности относятся:

разовая оперативная трудоемкость ТО-1 автомобиля — средняя оперативная трудоемкость одного ТО-1, чел.-ч;

разовая оперативная трудоемкость ТО-2 автомобиля — средняя оперативная трудоемкость одного ТО-2, чел.-ч;

разовая оперативная трудоемкость сезонного технического обслуживания — средняя оперативная трудоемкость одного сезонного обслуживания, чел.-ч;

коэффициенты доступности при техническом обслуживании $K_{д.т.о}$ и текущем ремонте $K_{д.т.р}$, определяемые как отношение основной трудоемкости выполнения операций соответственно ТО и ремонта к суммарной трудоемкости:

$$K_{д.т.о} = \frac{(S_{осн}^{т.р})_и}{(S_{осн}^{т.о})_и + (S_в^{т.о})_и}, \quad K_{д.т.р} = \frac{(S_{осн}^{т.р})_и}{(S_{осн}^{т.р})_и + (S_в^{т.р})_и},$$

где $(S_{осн}^{т.о})_и$, $(S_в^{т.о})_и$, $(S_{осн}^{т.р})_и$, $(S_в^{т.р})_и$ — суммарная трудоемкость соответственно основных и вспомогательных операций всех видов технического обслуживания и текущего ремонта за период испытаний, чел.-ч;

удельное число операций при техническом обслуживании автомобиля по видам работ $n_о$ — число регламентированных операций по видам (смазочным, крепежным, регулировочным) на 1000 км пробега:

$$n_о = \sum_{i=1}^{n} n_i / l_i \cdot 1000,$$

где n_i — число i-х операций технического обслуживания; l_i — периодичность i-й операции, км;

число марок применяемых топливосмазочных материалов;

число марок применяемых технических жидкостей;

коэффициент применяемости инструмента $K_и$, представляющий отношение количества инструмента к общему количеству точек, для которых этот инструмент предназначен в процессе ТО и ТР:

$$K_и = n_и / n_{общ}.$$

Оценку показателей эксплуатационной технологичности и ремонтопригодности следует проводить на этапах разработки, модернизации, эксплуатации и капитального ремонта автомобилей.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Авдонькин Ф. Н.** Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей.— Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1981.— 288 с.

2. Автомобили КамАЗ: Эксплуатация и техническое обслуживание автомобилей КамАЗ-5320, КамАЗ-53212, КамАЗ-5410, КамАЗ-54112, КамАЗ-5511.— М.: Недра, 1981.— 424 с.

3. Автомобильные транспортные средства/Д. П. Великанов, В. И. Бернацкий, Б. Н. Нифонтов, И. П. Плеханов; Под ред. Д. П. Великанова.— М.: Транспорт, 1977.— 326 с.

4. **Александров Л. А.** Организация и планирование грузовых автомобильных перевозок.— М.: Высш. шк., 1977.— 335 с.

5. **Афанасьев Л. Л., Дьяков А. Б., Иларионов В. А.** Конструктивная безопасность автомобиля.— М.: Машиностроение, 1983.—212 с.

6. **Афанасьев Л. Л., Цукерберг О. М.** Автомобильные перевозки.— М.: Транспорт, 1973.— 320 с.

7. **Бабков В. Ф., Андреев О. В.** Проектирование автомобильных дорог.— М.: Транспорт.— Ч. 1.— 1979.— 367 с.; Ч. 2.— 1979.— 407 с.

8. **Блатнов М. Д.** Пассажирские автомобильные перевозки.— М.: Транспорт, 1981.— 222 с.

9. **Борц А. Д., Закин Я. Х., Иванов Ю. В.** Диагностика технического состояния автомобиля.— М.: Транспорт, 1979.— 160 с.

10. **Великанов Д., Левин А.** Требования к конструктивным особенностям и типажу автомобилей южного и горного исполнения.— Автомоб. транспорт, 1977, № 9, с. 23—26.

11. Вопросы развития и планирования технических средств транспорта: Тр. ин-та комплекс. трансп. пробл. при Госплане СССР.— М.: ИКТП, 1980. Вып. 82.— 207 с.

12. **Говорущенко Н. Я.** Основы управления автомобильным транспортом.— Харьков: Віща шк., 1978.— 224 с.

13. **Гохман В. А., Ромаданов Г. О.** Общий курс автомобильных дорог.— М.: Высш. шк., 1976.— 207 с.

14. **Грибенко С. М.** Диагностика и обслуживание автомобилей.— Ставрополь: СПИ, 1977.— 287 с.

15. Грузовые автомобили/М. С. Высоцкий, Ю. Ю. Беленький, Л. Х. Гилелес и др.— М.: Машиностроение, 1979.— 384 с.

16. **Дегтерев Г. Н.** Организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте.— М.: Транспорт, 1980.— 264 с.

17. **Иванов В. Н.** Автомобильный транспорт: проблемы, перспективы.— М.: Знание, 1981.— 64 с.— (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Транспорт», № 11).

18. **Квитко Х. Д.** Эффективность использования грузовых автомобилей.— М.: Транспорт, 1979.— 174 с.

19. **Королев А. И., Джуромская Е. А.** Основы эксплуатации и ремонта автомобилей.— М.: Транспорт, 1972.— 352 с.

20. **Крамаренко Г. В., Барашков И. В.** Техническое обслуживание автомобилей.— М.: Транспорт, 1982.— 368 с.
21. **Кузнецов Е. С.** Управление технической эксплуатацией автомобилей.— М.: Транспорт, 1982.— 224 с.
22. **Лудченко А. А., Сова И. П.** Техническое обслуживание и ремонт автомобилей.— Киев: Віща шк., 1982.— 384 с.
23. **Маслов Н. Н.** Эффективность и качество ремонта автомобилей.— М.: Транспорт, 1981.— 304 с.
24. **Мирошников Л. В., Болдин А. П., Пал В. И.** Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях.— М.: Транспорт, 1977.— 263 с.
25. **Мирошников Л. В.** Теоретические основы технической диагностики автомобилей.— М.: Высш. шк., 1976.— 126 с.
26. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта.— М.: Транспорт, 1973.— 48 с.
27. Строительные нормы и правила. Ч. II, раздел Д, гл. 5. Автомобильные дороги. Нормы проектирования. СНиП II-Д. 5—72.— М.: Стройиздат, 1973.— 111 с.
28. Техническая эксплуатация автомобилей/Под ред. Г. В. Крамаренко.— М.: Транспорт, 1983.— 488 с.
29. **Ходош М. С.** Грузовые автомобильные перевозки.— М.: Транспорт, 1980.— 270 с.
30. **Чепурный В. Д.** Текущий ремонт автомобилей.— М.: МАДИ, 1978.— 144 с.
31. **Шадричев В. А.** Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей.— Л.: Машиностроение, 1976.— 500 с.
32. **Шумик С. В.** Основы технической эксплуатации автомобилей.— Мн.: Выш. шк., 1981.— 286 с.
33. **Якобашвили А. М., Олитский В. С., Цеханович А. Л.** Специализированный подвижной состав для грузовых автомобильных перевозок.— М.: Транспорт, 1979.— 319 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

Глава 1. Эксплуатационно-технические и эксплуатационно-экономические измерители и показатели работы автомобильного транспорта 7

1.1. Основные понятия и определения 7
1.2. Измерители использования подвижного состава по времени 8
1.3. Измерители использования подвижного состава по пробегу 11
1.4. Измерители скорости движения подвижного состава . . 11
1.5. Измерители использования подвижного состава по грузоподъемности 12
1.6. Производительность подвижного состава автомобильного транспорта 14
1.7. Себестоимость автомобильных перевозок 19

Глава 2. Оценка совершенства конструкции автомобиля . . . 22

2.1. Оценка совершенства конструкции автомобиля по его эксплуатационным качествам 22
2.2. Оценка эффективности использования автомобиля . . . 36
2.3. Технико-экономическая оценка совершенства конструкции автомобиля 40

Глава 3. Дорожные условия эксплуатации и требования к конструкции автомобилей 48

3.1. Характеристика движения по автомобильным дорогам . . 48
3.2. Классификация автомобильных дорог 49
3.3. Технические характеристики элементов дорог в плане . . 52
3.4. Технические характеристики элементов продольного профиля дорог 53
3.5. Технические характеристики элементов поперечного профиля дорог 57
3.6. Дорожные одежды 62
3.7. Взаимодействие автомобиля и дороги. Ограничение габаритов и масс автомобилей 68

Глава 4. Природно-климатические условия эксплуатации и требования к конструкции автомобилей 73

4.1. Природно-климатические зоны СССР и их характеристика 73
4.2. Особенности эксплуатации и требования к конструкции автомобилей в условиях холодного климата 74
4.3. Особенности эксплуатации и требования к конструкции автомобилей в условиях жаркого климата 84

Глава 5. Транспортные условия эксплуатации и требования к конструкции автомобилей 94

5.1. Классификация транспортных условий эксплуатации . . . 94
5.2. Объем грузовых перевозок и их партионность 95
5.3. Расстояние перевозок грузов и требования к конструкции автомобилей 98
5.4. Вид груза и требования к конструкции грузовых автомобилей 98
5.5. Условия погрузки и разгрузки грузов и требования к конструкции автомобилей 102
5.6. Перевозка грузов в контейнерах и поддонах и требования к конструкции автомобилей 103
5.7. Особенности организации и вид перевозок 112
5.8. Централизованные перевозки грузов на автомобильном транспорте 116
5.9. Особенности эксплуатации и требования к конструкции автомобилей при перевозке грузов разных отраслей народного хозяйства 118
5.10. Особенности эксплуатации и требования к конструкции автобусов 136
5.11. Особенности эксплуатации легковых автомобилей и требования к их конструкции 142

Глава 6. Техническое обслуживание, ремонт и требования к конструкции автомобилей при их выполнении 146

6.1. Техническое состояние автомобиля и его изменение в процессе эксплуатации 146
6.2. Основные факторы, определяющие скорость изменения технического состояния автомобилей 157
6.3. Система технического обслуживания и ремонта автомобилей 162
6.4. Диагностика технического состояния автомобилей . . . 171
6.5. Технология технического обслуживания автомобилей . . 178
6.6. Текущий ремонт автомобилей 248
6.7. Основные понятия о технологическом процессе капитального ремонта автомобилей 258
6.8. Требования к эксплуатационной технологичности и ремонтопригодности автомобилей 277

Литература 281

Михаил Матвеевич Болбас

**ОСНОВЫ
ЭКСПЛУАТАЦИИ
И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ**

Зав. редакцией В. Г. Самарина
Редактор Э. Н. Капрова
Мл. редактор А. П. Берлина
Обложка А. В. Михалевича
Худож. редактор И. А. Демковский
Техн. редактор И. П. Тихонова
Корректор И. И. Ганелес

НБ № 1984

Сдано в набор 26.11.84. Подписано в печать 13.06.85. АТ 18554. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 3. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л. 15,12. Усл. кр.-отт. 15,33. Уч.-изд. л. 17,56. Тираж 6300 экз. Зак. 953. Цена 75 к.

Издательство «Вышэйшая школа» Государственного комитета БССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 220048. Минск, проспект Машерова, 11.

Минский ордена Трудового Красного Знамени полиграфкомбинат МППО им. Я. Коласа. 220005, Минск, ул. Красная, 23.

Болбас М. М.

Б79 Основы эксплуатации и ремонта автомобилей: [Учеб. пособие для вузов спец. 0513 «Автомобили и тракторы»].— Мн.: Выш. шк., 1985.—284 с., ил.

В пер.: 75 к.

Рассматриваются технико-эксплуатационные измерители работы автотранспорта, сущность способа эксплуатационной оценки совершенства конструкции автомобиля. Анализируются различные факторы, определяющие условия эксплуатации автомобилей; методы поддержания их в работоспособном состоянии; соответствующие требования к конструкции.

Б $\frac{3603030000-088}{М304(05)-85}$ 55—85

ББК 39.33-08я73

Уважаемые читатели!

Издательство

«Вышэйшая школа»

планирует выпуск

в 1988 году

учебного пособия

для студентов вузов специальности 1609

«ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ»

(курсовое проектирование)

под общей редакцией С. В. ШУМИКА.