С. П. БАЖЕНОВ, Б. Н. КАЗЬМИН, С. В. НОСОВ

ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

Учебник

УДК 629.113/.115(075.8)
ББК 39.33я73
Б163

Рецензенты:
зав. кафедрой «Автомобильный транспорт» МГАУ им. В. П. Горячкина,
д-р техн. наук, проф. *О. Н. Дидманидзе*;
профессор кафедры «Тракторы и автомобили» МГАУ им. В. П. Горячкина,
д-р техн. наук, проф. *А. В. Рославцев*;
зав. кафедрой «Тракторы» МГТУ «МАМИ», д-р техн. наук, проф. *В. М. Шарипов*;
профессор ГОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет»,
д-р техн. наук *В. А. Умняшкин*

Баженов С. П.

Б163 Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / С. П. Баженов, Б. Н. Казьмин, С. В. Носов; Под ред. С. П. Баженова. — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 336 с.

ISBN 5-7695-2267-4

Изложены основные сведения, необходимые для организации эффективной эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов в современных условиях. Приведена методика диагностирования агрегатов, механизмов и машин в целом.

Для студентов высших учебных заведений. Может быть полезен специалистам, занимающимся эксплуатацией и ремонтом автомобилей и тракторов.

УДК 629.113/.115(075.8)
ББК 39.33я73

Оригинал-макет данного издания является собственностью Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом без согласия правообладателя запрещается

© Баженов С. П., Казьмин Б. Н., Носов С. В., 2005
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2005
ISBN 5-7695-2267-4
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2005

ПРЕДИСЛОВИЕ

Создание конкурентоспособных машин, отвечающих современным требованиям к надежности, невозможно без учета условий эксплуатации и обеспечения соответствующего технического сервиса. В связи с этим инженеру-конструктору при проектировании новых машин необходимы знания особенностей их эксплуатации, чтобы обеспечить в разрабатываемой конструкции требования диагностирования, технического обслуживания и ремонта.

Учебник написан для студентов высших учебных заведений в соответствии с типовой программой дисциплины «Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов».

В учебнике изложены основные требования к конструкции автомобилей и тракторов для различных условий эксплуатации. Приведены основные положения технического сервиса автомобилей и тракторов. Представлена методика диагностирования агрегатов, механизмов, машин в целом и характеристика применяемого технологического оборудования.

Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды при эксплуатации автомобилей и тракторов и рекомендации по улучшению их экологических показателей при проектировании новых машин.

Раздел I
ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Глава 1
УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

1.1. Общие сведения

Автомобиль как транспортное средство предназначен для перевозки грузов, специального оборудования или пассажиров по дорогам всех категорий или вне их. Классификация транспортных средств, разработанная Комитетом по внутреннему транспорту ЕЭК ООН, приведена в табл. 1.1.

Аналогично классифицируются отечественные автотранспортные средства согласно ГОСТ Р 41.13—99 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств категорий M, N и O в отношении торможения» и ГОСТ Р 41.13-Н—99 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения легковых автомобилей в отношении торможения».

Основной задачей автомобильного транспорта является полное и своевременное удовлетворение потребностей экономики страны и населения в перевозках при наименьших материальных и трудовых затратах, обеспечении высокого уровня безопасности дорожного движения и экологичности транспортных средств.

Широкое применение автомобильного транспорта обусловливается:

развитием рынков товаров и услуг, мелкого и среднего бизнеса, увеличением числа фермерских хозяйств в агропромышленном комплексе (АПК), расширением сферы розничной торговли;

технологической и коммерческой гибкостью;

автомобилизацией многих отраслей экономики. За последние 5—7 лет автомобильный транспорт обеспечивает свыше 77 % объемов внутренних грузовых перевозок с тенденцией увеличения этой доли;

обеспечением автобусами основной части трудовых поездок населения более чем в 1 300 населенных пунктах городского типа и более 78 000 сельских населенных пунктах;

Таблица 1.1

Классификация транспортных средств

Обозначение категории	Характеристика категории
M	Механические транспортные средства, имеющие не менее четырех колес и используемые для перевозки пассажиров
M_1	Транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров и имеющие помимо места водителя не более восьми мест для сидения
M_2	Транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров и имеющие помимо места водителя более восьми мест для сидения, максимальная масса которых не превышает 5 т
M_3	Транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров и имеющие помимо места водителя более восьми мест для сидения, максимальная масса которых превышает 5 т
N	Механические транспортные средства, имеющие не менее четырех колес и используемые для перевозки грузов
N_1	Транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, максимальная масса которых не превышает 3,5 т
N_2	Транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, максимальная масса которых более 3,5 т, но не превышает 12 т
N_3	Транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, максимальная масса которых превышает 12 т
O	Прицепы, включая полуприцепы
O_1	Прицепы, максимальная масса которых не превышает 0,75 т
O_2	Прицепы, максимальная масса которых более 0,75 т, но не превышает 3,5 т
O_3	Прицепы, максимальная масса которых более 3,5 т, но не превышает 10 т
O_4	Прицепы, максимальная масса которых превышает 10 т

возможностью непосредственной доставки грузов и пассажиров «от двери до двери»;

приспособленностью к перевозке грузов различных габаритных размеров и массы;

оперативностью организации перевозок;

большой мобильностью и высокой скоростью доставки.

Однако эксплуатация автомобильного транспорта связана с рядом проблем, к которым относятся следующие:

высокий уровень транспортных издержек на все виды перевозок;

значительная энергоемкость;

большие трудовые затраты;

загрязнение окружающей среды;

высокий уровень уличного шума в крупных городах и промышленных центрах.

С ростом уровня автомобилизации и повышением скоростей движения увеличивается опасность для жизни человека. Среди множества причин такой ситуации традиционно для нашей страны можно выделить три основные: «человеческий фактор»; отставание темпов развития дорожной инфраструктуры от темпов роста автомобилизации; низкий исходный и эксплуатационный уровень автомобильной техники.

Технический уровень автотранспортных средств, производимых отечественной промышленностью, отстает от зарубежных аналогов, по оценкам специалистов, не менее чем на 10—15 лет по основным показателям, характеризующим уровень безопасности в соответствии с международными требованиями, которые вводятся на территории Российской Федерации.

Сложившаяся структура парка грузовых автомобилей по типу кузова и виду используемого топлива является несовершенной и не соответствует современным требованиям транспортного рынка. Так, доля бортовых автомобилей является завышенной, тогда как парк автомобилей со специальными кузовами, в первую очередь с кузовами типа фургон, не обеспечивает потребности пользователей автотранспортных услуг. В парке преобладают среднетоннажные автомобили и недостаточно малотоннажных и большегрузных автотранспортных средств.

Подобная проблема существует и на пассажирском автомобильном транспорте, где низка доля автобусов большой и особо большой вместимости.

Появление на автомобильном транспорте десятков тысяч малых предприятий[1] обострило проблему обеспечения необходимого технического состояния принадлежащих им автомобилей. Предприятия не имеют, а по экономическим соображениям и не могли

[1] В данном учебнике под предприятиями подразумеваются организации любых форм собственности, включая государственные унитарные предприятия.

иметь собственной полноценной производственной базы, квалифицированного персонала и зачастую традиций и опыта обеспечения работоспособности автомобилей.

Затраты на поддержание работоспособности автомобиля (техническое обслуживание (ТО) и ремонт, смазочные и другие эксплуатационные материалы, восстановление и ремонт шин и т.д.) составляют значительную долю себестоимости перевозок (9...25 %), за период амортизационного пробега они могут превышать первоначальную стоимость автомобиля в 6—7 раз. В большой степени эти затраты зависят от надежности автомобиля, приспособленности его конструкции к производству работ по ТО и ремонту.

В настоящее время определены основные направления решения проблем эксплуатации автомобильного транспорта:

- рамочное регулирование автотранспортной деятельности со стороны государства с использованием экономических регуляторов. При этом автотранспортный комплекс рассматривается как единое целое со всеми его позитивными и негативными факторами;
- развитие автотранспортной инфраструктуры темпами, адекватными росту экономики страны, ее автомобилизации, повышению мобильности населения и уровню доступности транспортных услуг для их потребителей. Реализация этого приоритета направлена на ускорение доставки пассажиров и товаров, на снижение создаваемой автомобильным транспортом экологической нагрузки и дорожной аварийности;
- повышение безопасности дорожного движения (это должно рассматриваться как проблема государства, поскольку связано с демографией и реализацией конституционных принципов охраны жизни и здоровья граждан);
- снижение экологического воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду. При этом должны максимально использоваться экономические механизмы, в первую очередь дифференцированное налоговое регулирование, стимулирующее и производство, и эксплуатацию наиболее «чистых» транспортных средств, топлив и ресурсосберегающих технологий;
- повышение технического уровня производимых в стране и импортируемых автомобилей. Требования к автомобилям должны вырабатываться и предъявляться с учетом мировых тенденций, в том числе по защите биосферы земли от негативных техногенных факторов;
- обеспечение требований к техническому состоянию, дорожной и экологической безопасности автотранспортных средств при производстве и эксплуатации в течение всего жизненного цикла — Total Life Cycle (TLC), что возможно только при повышении качества работы инженерно-технической службы и использовании современных методов, оборудования и технологий.

1.2. Основные технические характеристики автомобильных дорог

Автомобильные дороги — это комплекс инженерных сооружений, предназначенных для обеспечения движения нерельсовых транспортных средств и пешеходов.

По характеру работы автомобильные дороги на всем протяжении или на отдельных участках в зависимости от расчетной интенсивности движения и их народно-хозяйственного и административного значения подразделяют согласно СНиП 2.05.02—85 «Автомобильные дороги» на пять категорий (табл. 1.2).

Для дорог каждой категории устанавливают определенные технические нормативы, рассчитанные на обеспечение безопасности движения одиночных легковых автомобилей при хорошей видимости в сухую погоду или при увлажненной чистой поверхности покрытия с расчетными скоростями, соответствующими данной категории дороги.

Под *расчетной* (*теоретической*) *скоростью* понимают наибольшую возможную (по условиям устойчивости и безопасности) скорость движения одиночных автомобилей при нормальных условиях погоды и сцепления шин автомобилей с поверхностью проезжей части, которой на наиболее неблагоприятных участках трассы соответствуют предельно допустимые значения элементов дороги. Нормальное условие сцепления шин автомобилей с поверхностью проезжей части обеспечивается на чистой сухой или увлажненной поверхности, имеющей коэффициент продольного сцепления при скорости 17 м/с (60 км/ч) для сухого состояния 0,6, а для увлажненного — 0,45...0,6 (в зависимости от условий движения) в летнее время года при температуре воздуха +20 °С, относительной влажности 50 %, метеорологической дальности видимости более 500 м, отсутствии ветра и атмосферном давлении 0,1013 МПа (760 мм рт. ст.).

Продольным профилем дороги называют развернутую в плоскости чертежа проекцию оси дороги на вертикальную плоскость. В зависимости от рельефа местности поверхность дороги может быть ниже поверхности земли (дорога проходит в выемке) или выше — по искусственно насыпанному грунту (дорога проходит в насыпи). В качестве основных элементов продольного профиля дороги следует отметить горизонтальные участки, подъемы и спуски, характеризуемые длиной и радиусом кривизны. Подъемы продольного профиля могут ограничивать скорость движения автомобиля вследствие предельного использования его динамических качеств.

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

Таблица 1.2

Основные технические характеристики автомобильных дорог по СНиП 2.05.02—85

Показатели	Категории дорог					
	I-а	I-б	II	III	IV	V
Среднесуточная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях, авт./сут	Более 7 000	Более 7 000	3 000—7 000	1 000—3 000	100—1 000	Менее 100
Расчетная скорость движения, км/ч	150	120	120	100	80	60
Число полос движения	4; 6; 8	4; 6; 8	2	2	2	1
Ширина полосы, м	3,75	3,75	3,75	3,5	3	НР
Ширина проезжей части (в обоих направлениях), м	15	15	7,5	7	6	4,5
Ширина обочин, м	3,75	3,75	3,75	2,5	2	1,75
Наименьшая ширина разделительной полосы между разными направлениями движения, м	6	5	НР	НР	НР	НР
Наибольшие продольные уклоны, %	3	4	4	5	6	7
Наименьшее расстояние видимости встречного автомобиля, м	НР	450	450	350	250	170
Наименьшие радиусы кривых в плане, м	1 200	800	800	600	300	150
Наименьшие радиусы ветикальных кривых (в продольном профиле), м:						
выпуклых	30 000	15 000	15 000	10 000	5 000	2 500
вогнутых	8 000	5 000	5 000	3 000	2 000	1 500

Примечание. НР — не регламентируется.

их проезде возможна потеря управляемости автомобиля из-за отрыва управляемых колес от поверхности дороги. При преодолении вогнутого перелома вследствие действия центробежных сил увеличивается нагрузка на подвеску и шины, ухудшается комфортность поездки на автомобиле, снижается видимость дороги в ночное время, так как свет фар освещает дорогу на расстояние, меньшее расчетной видимости.

Поперечным профилем дороги называют изображение сечения ее вертикальной плоскостью, перпендикулярной оси дороги (рис. 1.1). Полоса местности, выделяемая под дорогу, дорожные сооружения и посадку зеленых насаждений, называется дорожной полосой, или полосой отвода. Земляное полотно *10* — дорожное сооружение, служащее основанием для размещения конструктивных слоев дорожной одежды и других элементов дороги. Земляное полотно строят в виде насыпей или выемок. Центральная часть земляного полотна, предназначенная для движения автомобилей и, как правило, укрепляемая прочными каменными материалами, называется проезжей частью *9*.

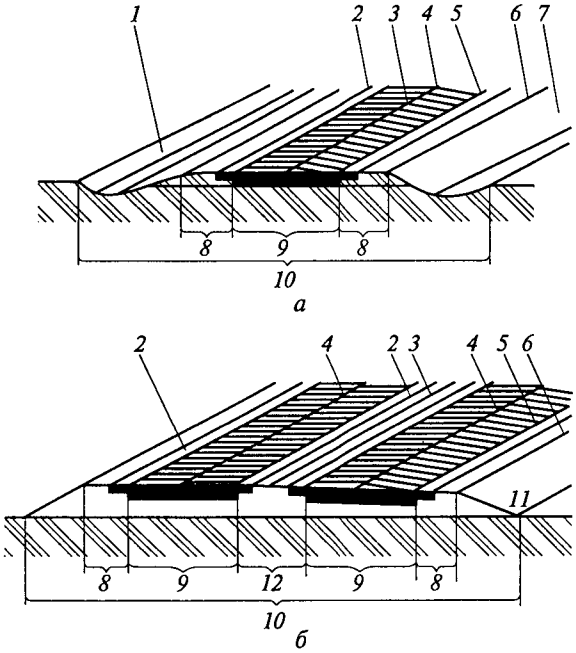


Рис. 1.1. Элементы типового поперечного профиля дороги:

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* — обочина; *9* — проезжая часть; *10* — земляное полотно; *11* — откос насыпи; *12* — разделительная полоса

Дороги I технической категории имеют разделительную полосу *12* между проезжими частями для движения в обоих направлениях. К проезжей части примыкают полосы, называемые обочинами, которые используют для временной стоянки автомобилей, размещения дорожно-строительных материалов при ремонте дороги. Вдоль проезжей части *9* на обочинах *8* и разделительной полосе *12* устраивают укрепительные (краевые) полосы *2*, способствующие повышению прочности края дорожной одежды. Наличие обочин и краевых полос повышает безопасность дорожного движения. Вдоль земляного полотна располагают боковые канавы (кюветы), предназначенные для отвода воды от дороги.

Проезжая часть и обочина отделяются от прилегающей местности правильно спланированными наклонными плоскостями — откосами (внутренними *7* и внешними *1*). Полоса проезжей части, занимаемая одним движущимся автомобилем, называется полосой движения и включает в себя наибольшую габаритную ширину автомобиля и дополнительные полосы с обеих сторон, необходимые для обеспечения безопасности движения.

Согласно СНиП 2.05.02—85 проезжая часть на прямолинейных участках дорог всех категорий и на кривых в плане с радиусами более 2 000 м устраивается с двускатным (выпуклым посередине) поперечным профилем, 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. Действующими нормативами установлены следующие значения поперечных уклонов виражей на кривых разных радиусов: 20 ‰ на кривой радиуса 2 000 м и более; 30 ‰ — 1 000 м; 40 ‰ — 700 м; 50 ‰ — 650 м; 60 ‰ — радиуса 600 м и менее.

Дорожные покрытия, или дорожная одежда (рис. 1.2), представляют собой укрепленную часть автомобильной дороги, предназначенную для сообщения ей необходимой прочности, ровности, обеспечения хорошего сцепления колес автомобиля с дорогой и наименьшего сопротивления движению автомобилей. Дорожные покрытия проектируют как многослойную конструкцию с использованием в отдельных ее слоях материалов различной прочности в соответствии с действующими нагрузками от проезжающих автомобилей и влиянием природных факторов.

Верхний слой дорожной одежды — *покрытие* подвергается непосредственному воздействию вертикальных и горизонтальных усилий от транспорта, а также атмосферных факторов 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 ка-

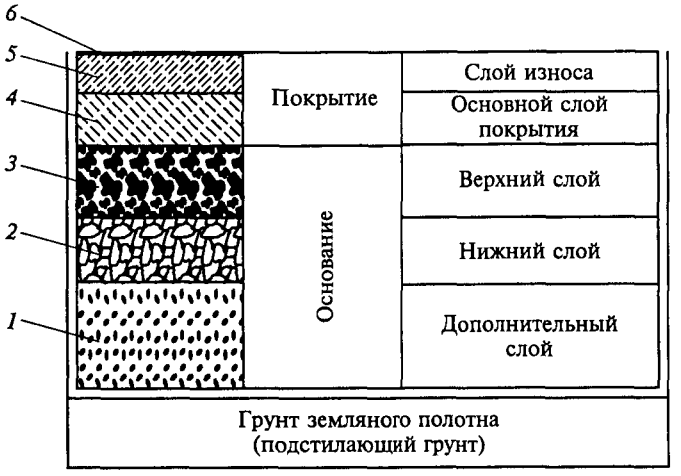


Рис. 1.2. Конструктивные слои дорожного покрытия:

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

чества 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.

Второй слой — *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. Основание не подвергается непосредственному воздействию усилий от проезжающих автомобилей и атмосферных факторов и поэтому устраивается из материалов менее прочных, чем покрытие.

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

Из применяемых дорожных покрытий высокие транспортно-эксплуатационные характеристики имеет *асфальтобетонное*, которое 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 основание. Асфальтобетон — строительный материал из каменного остова (щебня или гравия) и песка, связанных между собой смесью тонкого минерального порошка и битумом.

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, пропиткой и др.) органические вяжущие вещества, что обеспечивает покрытию достаточную прочность и 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. 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.

Ограничение по осевым нагрузкам и габаритным размерам. Силы, передающиеся на дорожную одежду при движении автомобиля, оказывают разрушающее воздействие на дорогу.

Под действием вертикальных сил происходит упругая деформация дорожной одежды, повторное их воздействие на один и тот же участок дороги приводит к возникновению трещин и разрушению дорожной одежды. Величина вертикальных сил, их разрушающее действие на дорогу зависят от массы проезжающих автомобилей, распределения нагрузки по осям, скорости движения. Давление колеса на дорогу также определяется внутренним давлением в шине, ее конструкцией, рисунком протектора.

Горизонтальные силы, действующие в плоскости дорожного покрытия, возникающие вследствие ударов колес при наезде на неровности покрытия и трения шины о верхний слой покрытия при передаче тягового усилия или торможении, при движении по кривой в результате действия центробежной силы, вызывают из-

нос дорожного покрытия и его сдвиги. На величину горизонтальных сил влияют масса транспортного средства, распределение нагрузки по осям, коэффициент сопротивления качению и коэффициент сцепления.

Разрушительное действие на дорогу вертикальных сил значительно выше, чем горизонтальных. По мере разрушения дорожного покрытия повышается себестоимость перевозок вследствие увеличения транспортной составляющей из-за снижения скорости движения.

С целью сохранения дорог, обеспечения расчетного срока службы, а также минимальной себестоимости перевозок устанавливают требования, ограничивающие размеры и массу транспортных средств, допускаемых для эксплуатации на дорогах общей сети.

Автомобили дорожной проходимости в зависимости от допустимой нагрузки на ось подразделяют на две группы:

- к группе А относят автомобили и автопоезда, эксплуатируемые на дорогах I и II категорий с усовершенствованным капитальным покрытием и имеющие предельную осевую нагрузку 98,1 кН при расстоянии от нее до смежной оси 2,5 м и более;
- автомобили группы Б допускают к эксплуатации на дорогах всех категорий. Для них предельная нагрузка на одиночную ось не превышает 58,8 кН при расстоянии от нее до смежной оси 2,5 м и более.

Для автобусов группы А допускается увеличение осевой нагрузки до 127 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.

Полная масса автотранспортных средств при общем числе осей шесть и более не должна превышать 52 т для автомобилей группы А и 34 т — для группы Б.

Установлены также следующие ограничения габаритных размеров автомобилей и автопоездов, предназначенных для использования на дорогах всех категорий: 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 числа осей); автопоезда с одним прицепом или седельного тягача с полуприцепом — не более 20 м; автопоезда с двумя и более прицепами — не более 24 м.

Искусственные сооружения на дорогах. На обочинах участков дорог I—IV категорий, проходящих по насыпям с крутизной откоса 1:3, расположенных параллельно железнодорожным линиям, болотам и водным потокам глубиной 2 м и более, оврагам и ущельям, со сложными пересечениями и примыканиями на разных уровнях, с недостаточной видимостью при изменении направления дороги в плане предусматриваются дорожные ограждения барьерной конструкции (высотой не менее 0,75 м) и парапе-

ты (высотой не менее 0,6 м), предназначенные для предотвращения вынужденных съездов транспортных средств на опасных участках. На дорогах I и II категорий рекомендуется устанавливать ограждения односторонние барьерные металлические энергопоглощающие с шагом стоек 1, 2, 3, 4 м; на дорогах I и II категорий кроме внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м и на прямолинейных участках дорог III категории — ограждения барьерные односторонние металлические жесткие или с металлической планкой на железобетонных стойках; на дорогах III и IV категорий — ограждения односторонние барьерные железобетонные с шагом стоек 1,25 и 2,5 м или барьерные односторонние тросовые.

На разделительной полосе дорог I категории барьерные конструкции или парапеты должны располагаться по ее оси, а при наличии опасных препятствий — вдоль оси разделительной полосы на расстоянии не менее 1 м от кромки проезжей части. При ширине разделительной полосы более 3 м рекомендуется применять двусторонние барьерные металлические ограждения, а при ширине 3 м и менее — железобетонные ограждения парапетного типа.

На разделительной полосе дорог I категории напротив автобусных остановок с пешеходными переходами, а также по оси разделительной полосы при наличии опор путепроводов, освещения, информационно-указательных знаков используют ограждения перильного типа высотой 0,8... 1,5 м.

Автомобильные дороги I категории, а также опасные участки дорог II—V категорий, когда не требуются искусственное освещение и установка ограждений барьерного типа, оборудуются направляющими устройствами в виде отдельно стоящих сигнальных столбиков высотой 0,75... 0,8 м.

1.3. Безопасность автомобиля

Безопасность автомобиля — это совокупность его свойств и конструктивных особенностей, характеризующих приспособленность к движению с минимальной вероятностью дорожно-транспортных происшествий и сведение к минимуму их возможных последствий, а также безвредность его использования для людей и окружающей среды. Безопасность является важнейшим свойством, от которого непосредственно зависит жизнь и здоровье людей, сохранность автомобилей и грузов, состояние окружающей среды.

Требования к безопасности автомобиля в условиях эксплуатации в нашей стране регламентируются ГОСТ Р 51709—2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки».

Активная безопасность — это совокупность свойств и конструктивных особенностей автомобиля, обеспечивающих снижение вероятности дорожно-транспортных происшествий. К эксплуатационным свойствам и конструктивным особенностям, обеспечивающим активную безопасность автомобиля, относятся следующие: тормозные свойства; управляемость; устойчивость; маневренность; система внешнего освещения, световой и звуковой сигнализации; эргономические показатели. Активная безопасность зависит также от надежности функциональных систем автомобиля, обеспечивающих его безаварийную работу.

Тормозные свойства — это совокупность свойств, определяющих максимальное замедление автомобиля при его движении на различных дорогах, предельные значения внешних сил, при действии которых заторможенный автомобиль надежно удерживается на месте и имеет необходимые минимальные установившиеся скорости при движении под уклон.

Управляемость — это свойство управляемого водителем автомобиля сохранять заданное направление движения и изменять его в соответствии с воздействием на рулевое управление.

Устойчивость — это свойство, характеризующее способность автомобиля сохранять заданное направление движения при воздействии внешних сил, стремящихся отклонить его от этого направления.

Маневренность — это группа свойств, определяющих способность автомобиля изменять свое положение на ограниченной площади и проездах заданной формы и размеров в условиях, требующих движения по траекториям большой кривизны с резким изменением направлений, в том числе задним ходом.

Система внешнего освещения, световой и *звуковой сигнализации* характеризуется наличием и эффективностью действия световых и звуковых приборов на автомобиле, предупреждающих о его положении, движении и маневрах. Нормативные документы регламентируют две группы параметров и характеристик световых и звуковых приборов. В первую группу входят параметры и характеристики самих приборов, к числу которых относят их типы, категории, конструктивные особенности, области применения, световые и цветовые характеристики и др. Вторую группу составляют параметры и характеристики, предназначенные для оценки эффективности действия приборов, устанавливаемых на автомобиле.

В *обязательный минимальный комплект световых приборов* для всех механических средств входят передние приборы: фары дальнего и ближнего света, габаритные огни, указатели поворота; задние приборы: габаритные огни, указатели поворота, сигналы торможения, световозвращатели, фонарь освещения регистрационного знака.

Дополнительные световые приборы устанавливают на некоторых категориях автотранспортных средств, отличающихся габаритны-

ми размерами и назначением от большинства автомобилей массового применения. К ним относят передние и задние контурные огни, боковые повторители указателей поворота, боковые световозвращатели, опознавательный знак автопоезда, устанавливаемый на тягаче, световозвращатели на прицепе и полуприцепе, огонь преимущественного проезда. *Световыми приборами, установка которых на автотранспортном средстве необязательна* (факультативна), но допускается по желанию предприятия-изготовителя или владельца автомобиля, являются противотуманные фары, фонари заднего хода, дневные ходовые огни, задние противотуманные огни, передние, задние и боковые стояночные огни, габаритные боковые огни, дополнительные сигналы торможения.

Пассивная безопасность — это совокупность свойств и конструктивных особенностей автомобиля, обеспечивающих снижение тяжести последствий дорожно-транспортных происшествий. Различают внутреннюю и внешнюю пассивную безопасность.

К конструктивным мероприятиям, обеспечивающим *внутреннюю пассивную* безопасность, относят создание жизненного пространства, снижение инерционных нагрузок в процессе удара, ограничение перемещений людей внутри автомобиля, ограничение перемещения грузов и других предметов, находящихся в автомобиле.

Жизненным пространством называют защитную зону вокруг человека, сидящего в автомобиле, внутрь которого не должны проникать детали автомобиля при аварии. Создание жизненного пространства требуемых размеров обеспечивается ударно-прочностными свойствами кабин грузовых автомобилей, кузовов пассажирских и устранением возможности травмирования людей элементами внутреннего интерьера.

К конструктивным мероприятиям, обеспечивающим требуемые размеры жизненного пространства, относят введение усилителей стоек крыши и кузова, установление жестких дуг безопасности над головами пассажиров. С целью уменьшения травмирования водителя и пассажиров сиденья, крышу, люки и детали интерьера изготавливают из энергопоглощающих материалов.

При встречных столкновениях автомобилей и при наезде автомобиля на препятствие возникают большие замедления, равные $(300...400)g$ в зоне переднего бампера и $(80...100)g$ в центре масс автомобиля. При действии замедления возникают большие инерционные нагрузки на тело человека, являющиеся причиной тяжелых травм и смертельных случаев. Для снижения инерционных нагрузок стремятся увеличить продолжительность деформирования деталей кузова. Вокруг водителя и пассажиров создают защитную зону за счет жесткого каркаса, а переднюю и заднюю части кузова делают легко сминающимися при ударе. При переднем расположении двигатель устанавливают на специальной рычажной подвес-

ке, которая для исключения его перемещения в салон при ударе направляет двигатель под пол кузова.

Для уменьшения проникновения рулевого колеса внутрь салона применяют различные конструкции безопасных рулевых управлений: рулевой вал с карданными шарнирами; рулевой вал, рулевую колонку или обе эти детали со специальными встроенными элементами, разрушающимися при больших нагрузках (упругой муфтой на верхней и нижней частях рулевого вала; перфорированной трубой с ромбовидными отверстиями, расположенной в средней части вала, и др.).

Ограничение перемещений водителя и пассажиров внутри автомобиля при аварии обеспечивают посредством ремней безопасности и удерживающих систем. Требования к ним изложены в ГОСТ 21015—88 «Места крепления ремней безопасности легковых, грузовых автомобилей и автобусов. Общие технические требования и методы испытаний» и ГОСТ Р 41.25—2001 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения подголовников, вмонтированных или не вмонтированных в сиденья транспортных средств». Главным недостатком ремней безопасности является ограничение перемещения людей и стеснение их движений в безаварийных условиях. Во избежание этого применяют устройства, позволяющие ограничивать перемещение людей только при аварии: подушки безопасности, защитные предохранительные сетки безопасности, безопасные сиденья, подголовники и др.

В нормативных документах регламентируется прочность конструкций кузова, обеспечивающих *защиту водителя и пассажиров* от воздействия перемещающихся грузов и предметов (ГОСТ 27226—90 «Платформы бортовые автотранспортных средств. Внутренние размеры»).

Правила ЕЭК ООН № 17 регламентируют прочность сидений, установленных на транспортных средствах категории M_1 и оборудованных или не оборудованных подголовниками, прочность их крепления, обустройство задней части спинок сидений, а также характеристики подголовников и устройств, предназначенных для защиты водителя и пассажиров от опасности, которая возникает в результате смещения багажа в случае лобового столкновения.

Для улучшения безопасности при столкновениях используют энергопоглощающие передние бамперы, а также амортизирующие устройства, устанавливаемые между передним бортом грузовой платформы и грузом.

Конструктивные мероприятия, обеспечивающие *внешнюю пассивную* безопасность, предназначены для уменьшения травмирования пешеходов, сохранения как самого автомобиля, так и окружающих его автомобилей и предметов. Указанные функции элементов внешней пассивной безопасности обеспечивают соответствующим оформлением наружных выступов автомобилей; при-

менением защитных устройств, предотвращающих попадание пешеходов под колеса автомобилей, а также попадание автомобилей малого размера под крупногабаритные транспортные средства; конструкцией и расположением бамперов автомобиля.

Для предотвращения *попадания пешеходов* под колеса легковые автомобили оборудуют устройствами, выполняемыми в виде сеток или защитных рамок. Устройства автоматически срабатывают при столкновении пешехода с автомобилем, забрасывают пешехода на крышу капота и удерживают его до тех пор, пока не исчезнет опасность попадания под колеса.

Организация дорожного движения (ОДД) — это комплекс организационно-правовых, организационно-технических мероприятий и распорядительных действий по управлению движением на дорогах. Организовать дорожное движение — значит с помощью инженерно-технических и организационных мероприятий создать на существующей улично-дорожной сети условия для достаточно быстрого, безопасного и удобного движения транспортных средств и пешеходов: частичная реконструкция отдельных элементов улично-дорожной сети (перепланировка перекрестков, сооружение островков безопасности, оборудование автобусных остановок); установка технических средств ОДД (знаки, светофоры, разметка, ограждения); внедрение автоматизированных систем управления дорожным движением; изменение графика движения маршрутного пассажирского транспорта; различные ограничения в движении и т. п.

Условно можно выделить следующие основные направления ОДД: разделение движения в пространстве и времени; формирование однородного транспортного потока; оптимизация скорости движения на улицах и дорогах; организация движения пешеходов; решение проблем организации временных стоянок.

Для ОДД разрабатывают схемы расстановки дорожных знаков с обозначением мест и способов их установки и схемы дорожной разметки, в том числе горизонтальной — для дорог с капитальным и облегченным дорожными покрытиями. Разметка должна сочетаться с установкой дорожных знаков. Размещение технических средств ОДД осуществляется в соответствии с ГОСТ 23457—86* «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения», ГОСТ Р 50970—96 «Технические средства организации дорожного движения. Столбики сигнальные дорожные. Общие технические требования. Правила применения», ГОСТ Р 50971—96 «Технические средства организации дорожного движения. Световозвращатели дорожные. Общие технические требования. Правила применения» и ГОСТ Р 51256—99 «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования».

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

Пересечение автомобильных дорог категории I-а с дорогами всех категорий и дорог категорий I-б и II с дорогами II и III категорий осуществляется на различных уровнях (организуются транспортные развязки). При этом дороги I и II категорий выполняют без левых поворотов, а также въездов и съездов с левыми поворотами, при которых пересекались бы в одном уровне потоки основных направлений движения. Транспортные развязки также целесообразны при пересечении с железнодорожными путями дорог I—III категорий в любых случаях и дорог IV и V категорий в случае движения по этим дорогам троллейбусов или трамваев.

Стационарное электрическое освещение на автомобильных дорогах предусматривается на участках в пределах населенных пунктов, на больших мостах, автобусных остановках, пересечениях дорог I и II категорий между собой и с железными дорогами, на всех соединительных ответвлениях узлов пересечений и подходах к ним, кольцевых пересечениях. Освещенность участков автомобильных дорог в пределах населенных пунктов должна соответствовать требованиям СНиП 23-05—95 «Естественное и искусственное освещение», а автомобильных тоннелей — СНиП 32-04—97 «Тоннели железнодорожные и автодорожные». Осветительные установки пересечений автомобильных и железных дорог в одном уровне должны соответствовать нормам искусственного освещения, регламентируемым Системой стандартов безопасности труда на железнодорожном транспорте. Опоры светильников должны размещаться за бровкой земляного полотна или на разделительной полосе шириной не менее 5 м с установкой ограждений. Включение освещения участков автомобильных дорог производится при снижении уровня естественной освещенности до 15...20 лк.

На дорогах I категории должна быть установлена аварийно-вызывная связь. При смешанном составе транспортного потока на участках дорог II и III категорий предусматриваются дополнительные полосы проезжей части для грузового движения в сторону подъема. На участках дорог V категории при необходимости предусматривается устройство разъездов.

На кривых участках дорог в плане с радиусом менее 2 000 м (для дорог I категории — менее 3 000 м) необходимо предусматривать устройство виражей исходя из условий обеспечения безопасности движения автомобилей с наибольшими скоростями.

На трудных участках дорог в горной местности предусматриваются площадки для остановки автомобилей. Размеры площадок

должны обеспечивать стоянку не менее 3—5 грузовых автомобилей. Независимо от наличия площадок на затяжных спусках следует предусматривать противоаварийные съезды.

Автобусные остановки на дорогах категории I-а следует располагать вне пределов земляного полотна и отделять от проезжей части. Остановочные площадки на дорогах категорий I-б—III должны отделяться от проезжей части разделительной полосой.

1.4. Особенности эксплуатации автомобилей в специфических условиях

Бóльшая часть территории России расположена в умеренном и холодном климатических районах. Климат изменяется от морского на Северо-Западе до резко континентального в Сибири и муссонного на Дальнем Востоке. Средние температуры января на территории России изменяются от 0 до −50 °С, июля — от +1 до +25 °С. Климатические факторы учитывают при установлении технических требований, планировании, нормировании и организации технической эксплуатации, хранения, транспортирования подвижного состава автомобильного транспорта, приборов и других технических изделий, предназначенных для эксплуатации.

В качестве основных климатических факторов при районировании территории для технических целей принимают температуру и относительную влажность окружающего воздуха.

Все климатические районы, кроме умеренного, создают особые условия для подвижного состава, которые, как правило, характеризуются сочетанием неблагоприятных факторов. Так, для холодного климатического района на Севере и Востоке страны характерны не только низкая температура окружающего воздуха, ветры, но и более тяжелые дорожные условия (снежные заносы зимой, работа на дорогах с переходными покрытиями и др.), для жаркого сухого и очень жаркого сухого климатических районов, кроме высокой температуры, — солнечная радиация и большая запыленность воздуха.

Эксплуатация автомобилей в зоне холодного климата. Районы с холодным и очень холодным климатом охватывают бóльшую часть территории нашей страны (около 56 %). Минимальная температура воздуха в некоторых из них может опускаться до −65 °С. Дорожная сеть слабо развита. Специфика природно-климатических условий зоны холодного климата обусловливает особенности эксплуатации автомобилей.

При низкой температуре окружающего воздуха затруднен пуск двигателей, особенно дизелей. 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. Все это приводит к значительному уменьшению частоты вращения коленчатого вала при пуске и ограничению возможности пуска двигателя стартером.

Пуск холодного двигателя сопровождается повышенным изнашиванием его основных рабочих деталей. Износ двигателя вследствие холодного пуска и работе двигателя в период прогрева при температуре окружающего воздуха –30...–15 °С эквивалентен износу, получаемому за 18...26 км пробега.

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 или по другим причинам.

В холодной климатической зоне намного выше вероятность отказов топливной системы дизелей. Причиной отказов могут являться ледяные и воздушные пробки в трубопроводах, которые образуются вследствие скопления мелких кристалликов льда при замерзании воды, содержащейся в дизельном топливе. При этом парафины, содержащиеся в топливе, превращаются в студенистую массу, которая может забивать топливные фильтры и топливопроводы. При низкой температуре снижается надежность гидравлического тормозного привода из-за возможного застывания тормозных жидкостей, повышается жесткость диафрагм тормозных камер пневматических приводов, возрастает скопление конденсата в фильтре влагомаслоотделителя и воздушных баллонах. При замерзании конденсат образует ледяные пробки, что вызывает отказ в работе тормозов.

В результате увеличения вязкости масла в гидроусилителе рулевого управления, приводящего к снижению его прокачиваемости через калиброванные отверстия, фильтрующие элементы и ухудшающего условия работы золотниковых механизмов, снижается работоспособность рулевого управления в целом.

При эксплуатации автомобилей в зоне холодного климата имеет место ухудшение их топливной экономичности. Основными причинами возрастания расхода топлива являются неполнота сгорания, связанная с ухудшением испарения и распыливания топлива; увеличение времени пуска и прогрева двигателя; работа двигателя при пониженной температуре жидкости в системе охлаждения; повышенная вязкость масла в агрегатах трансмиссии; увеличение сопротивления качению колес при движении по зимней дороге и аэродинамического сопротивления вследствие повышения плотности воздуха.

Особенно значительные расходы топлива связаны с прогревом двигателя после длительной стоянки автомобиля на открытой площадке при низкой температуре окружающего воздуха.

В холодное время года значительно ухудшаются условия работы водителя и поездки пассажиров. Работа водителя затрудняется 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.

Особенности эксплуатации автомобилей в условиях холодного климата определяют требования к их конструкции, обеспечивающие 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. Автомобили должны надежно работать при безгаражном хранении в диапазоне температур окружающего воздуха −60...+40 °С и относительной его влажности до 98 % при температуре +25 °С. Особое внимание должно уделяться обеспечению надежного легкого пуска двигателя при низкой температуре, определяющего в общем случае готовность к движению и характеризующего безопасность эксплуатации автомобиля. Предельные значения температуры надежного пуска холодного двигателя, а также пуска двигателя при применении системы предпускового подогрева и значения времени подготовки двигателя к принятию нагрузки не должны превышать регламентированных ОСТ 37.001.052—87 «Требования к пусковым качествам автомобильных двигателей».

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 индивидуального предпускового подогрева двигателей используют встроенные предпусковые подогреватели, работающие на бензине (типа П) или на дизельном топливе (типа ПЖД), которые обеспечивают одновременный разогрев охлаждающей жидкости в системе охлаждения и масла в картере. Применение индивидуальных подогревателей особенно эффективно при температуре окружающего воздуха ниже −30 °С. При температуре −30...−12 °С для облегчения пуска холодных двигателей эффективно использовать приспособления для впрыска легковоспламеняющейся пусковой жидкости.

Для снижения сопротивления вращению коленчатого вала двигателя при пуске необходимо применять специальные масла зимних марок с пологой вязкостно-температурной характеристикой и температурой застывания до −70...−60 °С. Для сокращения времени прогрева двигателя при пуске должна быть предусмотрена воз-

можность 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 после двадцатичетырехчасовой стоянки автомобиля на открытом 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.

Система охлаждения двигателей должна иметь теплорегулирующий комплекс, обеспечивающий поддержание нормального теплового состояния двигателя на всех режимах работы при разной температуре окружающего воздуха с учетом того, что в холодное время года часть теплоты должна отводиться в систему отопления кабины и пассажирского салона (у автобусов). Теплорегулирующий комплекс включает в себя 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 утеплительных чехлов позволяет сохранять теплоту при неработающем двигателе, что очень важно для сокращения времени его пуска и прогрева после непродолжительной стоянки. Способность двигателя сохранять теплоту характеризуется средней скоростью остывания жидкости в нижних точках системы охлаждения, которая не должна превышать 0,75 °С/мин при остывании жидкости от +85 до +20 °С при температуре окружающего воздуха −60...−55 °С и при отсутствии ветра.

Облегчение пуска двигателей и поддержание теплового режима агрегатов в условиях низких температур может обеспечиваться сохранением теплоты от предыдущей работы двигателя; использованием теплоты от внешнего источника; применением средств, обеспечивающих холодный пуск двигателя.

В последнее время для сохранения теплоты все чаще применяют *системы аккумулирования*. Система, как правило, состоит из стального термоизолированного корпуса цилиндрической формы и смонтированного на нем интегрированного термостата, контролирующего работу электрического жидкостного насоса, клапана, отвечающего за поступление охлаждающей жидкости и всей системы охлаждения в целом. Тепловой аккумулятор монтируется в систему охлаждения автомобиля. Его вместимость составляет примерно 50 % объема жидкости системы охлаждения. Конструкция аккумулятора позволяет сохранять температуру находящейся в нем жидкости на уровне +80 °С при температуре окружающего воз-

духа –25 °С до 3 сут. Во время движения автомобиля электронный термостат регулярно контролирует температуру двигателя. Когда двигатель достигает оптимальной для работы температуры, холодная жидкость медленно поступает обратно в систему охлаждения за счет регулирующего клапана, заменяя горячую охлаждающую жидкость, которая может быть использована при следующем холодном пуске.

Перед пуском двигателя насос теплового аккумулятора закачивает горячую жидкость в блок двигателя, а часть холодной жидкости поступает в аккумулятор. Тем самым обеспечивается быстрый разогрев двигателя. При температуре окружающего воздуха –25 °С уже через 1,5...2 мин температура двигателя поднимается до +20...22 °С, существенно облегчая пуск двигателя.

Тепловой аккумулятор (рис. 1.3) представляет собой цилиндр длиной 370 мм и диаметром 170 мм, массой 10 кг. Его устанавливают в моторном отсеке или багажнике автомобиля. Теплоноситель содержится в полых металлических ребрах *2* внутренней секции *3*. Ребра не соприкасаются и выполняют роль турбулизаторов потока охлаждающей жидкости, улучшая теплопередачу. Глубокий вакуум между внутренней секцией *3* и наружным корпусом *1* обеспечивает низкие потери теплоты, не превышающие 3 Вт·ч при температуре окружающего воздуха –20 °С.

К достоинствам тепловых аккумуляторов можно отнести их полную независимость от каких-либо источников энергии, к недостаткам — возникающие проблемы их установки, особенно на современный легковой автомобиль, из-за плотности компоновки агрегатов и узлов в подкапотном пространстве. Кроме того, использование таких систем не позволяет сохранить нужную темпе-

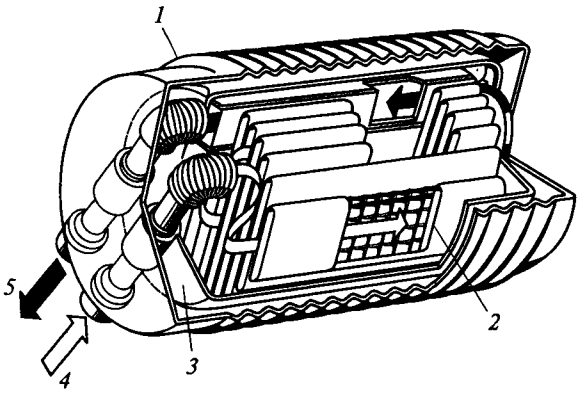


Рис. 1.3. Устройство теплового аккумулятора:

1 — наружный корпус; *2* — ребро с теплоносителем; *3* — внутренняя секция; *4* — подвод охлаждающей жидкости от двигателя; *5* — отвод охлаждающей жидкости к двигателю

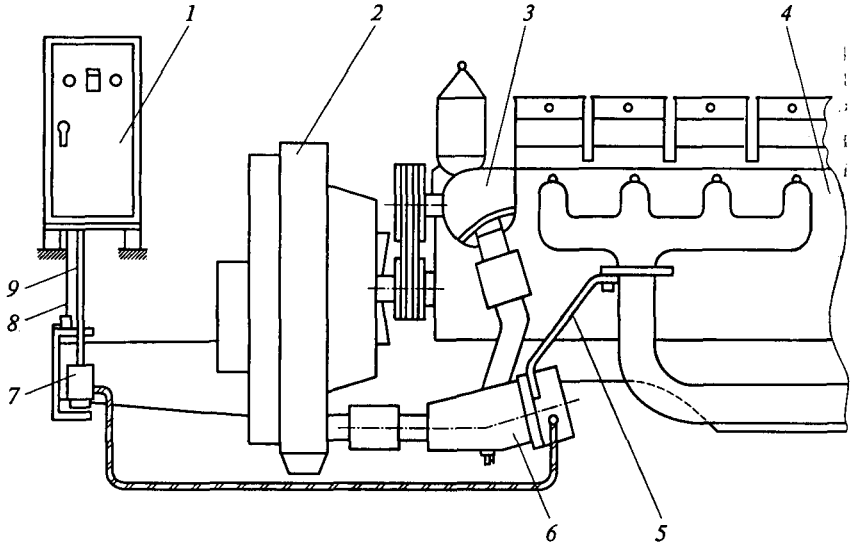


Рис. 1.4. Схема системы электроподогрева ОН-338 двигателей автомобилей КамАЗ:

1 — аппаратный шкаф; *2* — радиатор системы охлаждения двигателя; *3* — водяной насос; *4* — контур циркуляции системы охлаждения двигателя; *5* — дополнительный кронштейн крепления теплообменника к двигателю; *6* — теплообменник; *7* — соединительная коробка со штепсельным разъемом; *8* — гибкий провод заземления; *9* — соединительный кабель

ратуру агрегатов трансмиссии и осуществить интенсивный разогрев масла в поддоне картера двигателя.

Устройства для электрического разогрева (подогрева) двигателей просты по конструкции и удобны в эксплуатации. Наиболее широкое применение получили электронагревательные элементы с закрытыми твердыми проводниками тока. Система электроподогрева ОН-338 (рис. 1.4) двигателей автомобилей КамАЗ включает в себя узлы, монтируемые на автомобиле и устанавливаемые на площадках хранения.

На автомобиле монтируют теплообменник *6*, который посредством подводящего и отводящего патрубков включен в контур *4* циркуляции системы охлаждения двигателя между радиатором *2* и водяным насосом *3*, и соединительную коробку *7* со штепсельным разъемом для подключения к аппаратному шкафу *1*. В нижней части теплообменника имеется кран для слива охлаждающей жидкости, а также предусмотрен дополнительный кронштейн *5* для крепления теплообменника к двигателю. В корпус теплообменника вмонтирован теплоэлектронагреватель (ТЭН) мощностью 2,5 кВт.

На площадке хранения автомобилей устанавливают аппаратный шкаф *1*, в котором размещена пускорегулирующая и защитно-

отключающая аппаратура, а также контур заземления электрооборудования. Теплообменник *6* с электронагревательным элементом подключают к аппаратному шкафу *1* соединительным кабелем *9* через разъемы, находящиеся в аппаратном шкафу и соединительной коробке *7*. Заземляют автомобиль гибким проводом *8*, соединяющим корпус автомобиля с контуром заземления электрооборудования. Прогрев двигателя и узлов системы охлаждения обеспечивается термосифонной циркуляцией охлаждающей жидкости через теплообменник.

У индивидуальных предпусковых электрических подогревателей основным элементом является электронагреватель закрытого типа, внутри которого смонтирована спираль накаливания. При выборе типа нагревающего элемента учитывают объем системы охлаждения, расстояние между стенками рубашки охлаждения, толщину и материал стенок блока цилиндров. Обогрев двигателя происходит за счет конвективного теплообмена и термосифонной циркуляции жидкости в системе охлаждения.

Время прогрева двигателя зависит от температуры окружающего воздуха. Как показала практика, примерно через 3 ч после подключения подогревателя к сети переменного тока напряжением 220 В температура системы охлаждения двигателя в среднем на 50 °С превышает температуру окружающего воздуха.

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 температуре до –70 °С.

Безотказность работы системы питания дизелей обеспечивается использованием системы подогрева топлива, что осуществляется 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 необходимых условий работы водителя и комфортности поездки пассажиров. Размеры и расположение сидений должны быть такими, чтобы обеспечивалась возможность работы водителя и комфортность поездки пассажира в зимней или полярной одежде. Кабины и пассажирские салоны таких автомобилей должны иметь улучшенную теплоизоляцию и надежное уплотнение дверных и оконных проемов. Эффективность тепло-

изоляции и уплотнения оценивается средней скоростью остывания воздуха в кабине и пассажирском салоне при закрытых дверях и окнах, выключенном двигателе и неработающей системе отопления. Средняя скорость остывания воздуха должна быть не более 0,5 °С/мин для кабин и пассажирских салонов особо малых автобусов и не более 0,35 °С/мин для пассажирских салонов остальных типов автобусов.

Система отопления кабины и пассажирского салона в комплексе с их теплоизоляцией должны обеспечивать при движении автомобиля 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 температура воздуха в пассажирском салоне должна быть не ниже +8 °С на уровне поясницы сидящих пассажиров и не ниже –2 °С на уровне 100 мм от пола. Система отопления должна обеспечивать прогрев воздуха 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 автобуса 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. 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.

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

Повышенные требования предъявляют к безотказности 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 низкой температуре могут изменять свои свойства, должно быть предусмотрено утепление и обогрев кузовов. Систему обогрева должны иметь также кузова самосвалов, чтобы не допускать примерзания к ним перевозимых сыпучих грузов, что затрудняет их разгрузку.

Эксплуатация автомобилей в зоне жаркого климата. Природно-климатические условия зоны жаркого климата характеризуются высокой температурой воздуха, ее резкими колебаниями в течение суток — за 8 ч до 25 °С, низкой относительной влажностью: при температуре +40 °С около 10 %, высокой солнечной радиацией. В этих местностях мало дорог с усовершенствованным покрытием, отсутствует вода на больших пространствах, характерна высокая концентрация пыли в воздухе, удаленность населенных пунктов.

Высокая температура наружного воздуха, особенно при движении автомобиля с большой нагрузкой и малой скоростью, вызывают частые перегревы двигателя. У стандартных автомобилей воздух в двигатель поступает из подкапотного пространства, где в жаркое время он нагревается до +80... 100 °С. В результате существенно ухудшаются показатели эффективности работы двигателя.

Перегрев приборов системы электрооборудования (катушка зажигания, реле-регулятор, аккумуляторная батарея), 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 излучение вызывают переход легких фракций бензина в топливопроводах из жидкого в парообразное состояние, что может вызвать перебои в работе двигателя или даже прекращение его работы и отрицательно сказывается на работоспособности и сроке службы деталей из резины, пластмассы и других материалов.

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

Особенности эксплуатации автомобилей в условиях пустынных районов жаркой зоны определяют специальные требования к их конструкции.

В целях предотвращения перегрева двигателя целесообразны организация забора воздуха в систему питания снаружи, использование масляного радиатора, применение топливных насосов повышенной производительности, установка насоса в топливном баке, применение бензинов с более высокой детонационной стойкостью. Рациональным является применение автомобилей с усиленными радиаторами и увеличенным числом лопастей вентилятора системы охлаждения.

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 (например, 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 шин и резиновых изделий; использование термостойких пластмасс; клеевых композиций; лакокрасочных покрытий; стойких против выгорания обивочных материалов и др.

В условиях жаркого климата происходит быстрое старение гидравлических масел в связи с ускорением процессов окисления под действием повышенных температур, попаданием в гидравлическую систему пыли и продуктов изнашивания трущихся деталей, которые являются катализаторами процессов окисления. Предпочтительными для этих условий являются масла, содержащие антиокислительные и защитные присадки, а для механизмов, работающих в тяжелых условиях при повышенных давлениях (гидротрансформаторы и др.), целесообразно использовать более вязкие масла.

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

Высокая температура воздуха в подкапотном пространстве двигателя вызывает разрушение электроизоляционных материалов, повышенное испарение электролита в аккумуляторной батарее, поэтому аккумуляторная батарея должна быть размещена в наименее нагреваемой зоне автомобиля.

Для обеспечения надлежащих условий работы водителя и комфортности поездки пассажиров необходимы защита кабины водителя и пассажирского салона от проникновения пыли, горячего воздуха, отработавших газов, паров топлива; оборудование кабины и салона системами кондиционирования воздуха; термоизоля-

ция крыши кузова пассажирского автомобиля и кабины грузового от воздействия солнечных лучей; окрашивание кузова и кабины в светлые тона.

Эксплуатация автомобилей в субтропических районах имеет те же особенности, что и в пустынных районах жаркой зоны. Высокая относительная влажность воздуха вызывает уменьшение коэффициента избытка воздуха в цилиндрах двигателя, что ведет к ухудшению его мощностных показателей и топливной экономичности.

Вследствие высокой влажности воздуха интенсифицируются процессы коррозии деталей автомобиля, особенно кузова легковых автомобилей и автобусов, кабины и крыльев грузовых автомобилей. 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 предъявляют дополнительные требования к конструкции автомобилей, предназначенных для эксплуатации в субтропических районах: необходимо учесть влияние влажности воздуха на эффективную мощность двигателя и расход топлива, должна быть обеспечена надежная антикоррозионная защита металлических деталей автомобиля и влагоизоляция проводов высокого напряжения системы зажигания.

Эксплуатация автомобилей в горных районах. Особенности горных районов обусловлены спецификой дорог и большой высотой над уровнем моря. Автомобильные дороги пересекают горы и хребты на больших высотах (1 500... 2 000 м над уровнем моря) по перевалам. Для них характерны крутые длительные подъемы и спуски протяженностью до 15... 20 км с уклонами продольного профиля до 11... 12 %. 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, организуют развитие трассы дороги по склонам, устраивая сложные закругления — серпантины (до 10 на 1 км пути), углы поворота которых достигают 180°.

На горных дорогах в пределах сравнительно коротких участков в значительной степени могут различаться природные условия: от жаркого климата у подножия горы до холодного в зоне вечных снегов.

Снижение плотности воздуха на больших высотах приводит к уменьшению мощности двигателей вследствие ухудшения наполнения цилиндров и процесса сгорания в результате снижения давления в конце сжатия, уменьшения массы воздуха, проходящего через радиатор системы охлаждения двигателя, что является причиной перегрева двигателей. Для обеспечения высокопроизводи-

тельной, экономичной и безопасной работы автомобилей в специфических высокогорных условиях необходима приспособленность их конструкции к эксплуатации в таких условиях. Для создания нормального теплового режима работы двигателя при движении автомобиля на затяжных подъемах и спусках необходимо применение усиленной замкнутой системы охлаждения с расширительным бачком. Для обеспечения нормальной работы системы питания используют наддув подаваемого воздуха.

Ряд конструктивных мер должен обеспечивать необходимый уровень безопасности автомобиля: применение усиленных тормозных механизмов, рассчитанных на длительное торможение без перегрева и снижения эффективности действия, эффективное охлаждение тормозных накладок и барабанов; использование тормозов-замедлителей, обеспечивающих возможность надежного торможения на крутых спусках и позволяющих разгрузить при этом колесные тормоза; применение компрессоров повышенной производительности у тормозной системы с пневматическим приводом; снабжение грузовых автомобилей средней и большой грузоподъемности и автопоездов противооткатным устройством типа «горный упор», предотвращающих 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.

Фрикционные тормозные механизмы имеют ограниченные теплорассеивающие способности, использование их в течение длительного времени может привести к временному или даже окончательному ухудшению их эксплуатационных характеристик. По этой причине на автомобилях, используемых в горных условиях, применяют *тормоза-замедлители*, образующие вспомогательную тормозную систему.

Автобусы, предназначенные для эксплуатации в горных условиях, снабжаются *электродинамическим* тормозом-замедлителем, противооткатным устройством, ремнями безопасности для водителей и всех пассажиров, в кузове предусмотрена только одна дверь для пассажиров.

В конструкции некоторых гидромеханических передач (ГМП) городских автобусов предусмотрено наличие специального *гидравлического* тормоза-замедлителя. Тормозной режим наступает при заполнении рабочей полости тормоза-замедлителя маслом, поступающим из главной масляной магистрали ГМП через клапан управления. Управление гидромеханическим замедлителем осуществляется краном управления или пневматическими клапанами, расположенными в кабине водителя.

Применяют также *электрические* замедлители, в качестве которых используют индукторные электрические тормоза. При включении тока возбуждения вокруг катушек создается магнитное поле. Движение дисков в магнитном поле приводит к возникновению в них вихревых токов (токов Фуко), которые, в свою очередь, возбуждают собственное магнитное поле. Взаимодействие двух магнитных полей порождает тормозной момент.

Электрический тормоз-замедлитель удобно регулируется на расстоянии, не требует обслуживания, ему не нужна специальная система охлаждения. Его недостатками являются большая масса, значительное потребление электроэнергии, а также большой момент инерции, отрицательно проявляющийся при разгоне и экстренном торможении автомобиля.

Существует еще один способ получения тормозного момента при помощи так называемого моторного тормоза, т. е. работы двигателя в режиме принудительного холостого хода. На этом режиме вал двигателя автомобиля при отпущенной педали подачи топлива принудительно вращается трансмиссией с повышенной частотой. Крутящий момент, вызывающий такое вращение, для ведущих колес автомобиля является тормозным и уравновешивается крутящим моментом, необходимым для преодоления сил трения в двигателе и его насосных потерь. Для искусственного увеличения насосных потерь специальной заслонкой почти полностью перекрывают выпускной тракт двигателя. Полностью ее перекрывать нельзя ввиду возможности прекращения рабочего процесса двигателя. Наличие такой выхлопной заслонки заметно увеличивает тормозной момент.

На эффективность работы тормозных систем большое влияние оказывает качество тормозных жидкостей: хорошие вязкостно-температурные свойства; высокая температура кипения; хорошие смазывающие свойства; отсутствие склонности к образованию твердых частиц во время использования и хранения; высокие антикоррозионные и защитные свойства; совместимость с резиновыми уплотнениями; высокая стабильность при хранении.

В конструкции автомобилей, используемых в горных условиях, должны быть предусмотрены меры, улучшающие удобство их использования. Подвеска 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.

ГЛАВА 2
ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

2.1. Технико-эксплуатационные показатели

В отечественной практике сложилась общепринятая система технико-эксплуатационных показателей (ТЭП), характеризующих использование подвижного состава автомобильного транспорта. Для анализа и планирования работы автотранспортного предприятия (АТП) в целом или отдельных групп подвижного состава применяют зависимости, учитывающие влияние условий эксплуатации на значения отдельных ТЭП, а также связывающие отдельные ТЭП между собой. Применение таких зависимостей, в частности, позволяет:

сравнивать эффективность работы подвижного состава в различные периоды времени и уровень организации использования парка в разных АТП;

определять тип и число единиц подвижного состава, необходимого для выполнения заданной транспортной работы;

прогнозировать в натуральном и стоимостном выражении результаты использования подвижного состава в различных эксплуатационных условиях.

Технико-эксплуатационные показатели подразделяют на следующие основные группы:

- показатели численности и использования парка;
- показатели, характеризующие выработку и производительность автотранспортных средств в натуральном выражении;
- экономические показатели.

Парком принято называть объединенную по каким-либо признакам группу подвижного состава (например, парк пассажирского или грузового АТП).

Списочный парк предприятия A_c — это общее количество подвижного и прицепного состава, находящееся в распоряжении АТП и числящееся на балансе. Списочный парк предприятия состоит из ходового парка A_x, т. е. технически исправных единиц подвижного состава и годных к выполнению перевозок, и единиц подвижного состава, находящихся в ремонте, ожидающих технического обслуживания (ТО) или ремонта, A_p:

$$A_c = A_x + A_p.$$

Ходовой парк включает в себя подвижной состав, находящийся в эксплуатации, $A_э$ и подвижной состав, готовый к эксплуатации,

но простаивающий по различным организационным причинам (отсутствие груза и временное прекращение работы на линии, недостаток водителей и т.п.), $А_п$:

$$А_х = А_э + А_п.$$

В результате списочный парк

$$А_с = А_э + А_п + А_р. \qquad (2.1)$$

Один календарный день, в течение которого автотранспортное средство находится в распоряжении предприятия, принято называть *автомобиледнем* (АД) в хозяйстве. Аналогично этому используют понятия автомобиледней в ремонте, автомобиледней в технически исправном состоянии и т.д. Автомобиледни определяются произведением числа автомобилей на соответствующее число дней нахождения их в АТП. По аналогии с выражением (2.1) для парка подвижного состава

$$АД_с = АД_э + АД_п + АД_р.$$

Списочный парк подвижного состава АТП не остается постоянным по числу и составу в течение планируемого периода $Д_к$ (месяц, квартал, год) вследствие списания, пополнения или частичной передачи его другим предприятиям. Поэтому рассчитывается *среднесписочный парк* подвижного состава $А_{сс}$, определяемый по типам и моделям на основании сведений об изменении парка за данный период. В соответствии с этим рассчитывают число автомобиледней (прицеподней) нахождения в АТП списочного парка, а также вновь поступивших и выбывших единиц подвижного состава, т.е. суммарное число автомобиледней в хозяйстве:

$$А_{сс} = \frac{А_с Д_к + А_{в.п} Д_{в.п} - А_в (Д_к - Д_в)}{Д_к} = \frac{АД_{хз}}{Д_к},$$

где $А_с$ — число автомобилей (тягачей, прицепов и т.д.), числящихся на балансе АТП на начало периода; $Д_к$ — число календарных дней в расчетном периоде (месяц, квартал, год); $А_{в.п}$ — число вновь поступивших единиц подвижного состава за данный период; $Д_{в.п}$ — число дней пребывания в АТП вновь поступившего подвижного состава; $А_в$ — число выбывших (списанных или переданных) единиц подвижного состава за данный период; $Д_в$ — число дней пребывания в АТП выбывших (списанных или переданных) единиц подвижного состава; $АД_{хз}$ — суммарное число автомобиледней в хозяйстве.

Техническая готовность парка подвижного состава к работе оценивается *коэффициентом технической готовности* $\alpha_т$, показывающим, какая часть подвижного состава из списочного числа находится в технически исправном состоянии и может быть использована для перевозки грузов или пассажиров.

Значение коэффициента технической готовности определяется следующим образом:

для парка подвижного состава за период $Д_к$

$$\alpha_т = \frac{АД_х}{АД_к} = \frac{АД_э + АД_п}{АД_э + АД_п + АД_р},$$

где $АД_х$ — число автомобиледней ходового парка; $АД_к$ — число автомобиледней за период $Д_к$;

для парка подвижного состава за один рабочий день

$$\alpha_т = \frac{А_х}{А_с};$$

для единицы подвижного состава за период $Д_к$

$$\alpha_т = \frac{Д_х}{Д_к},$$

где $Д_х$ — число дней пребывания в АТП ходового парка.

При определении коэффициента технической готовности парка АТП число дней простоя в ремонте рассчитывают с учетом простоя подвижного состава во всех видах ТО и ремонта, которые требуют снятия подвижного состава с линии. Простой по другим причинам (отсутствие работы, водителей, эксплуатационных материалов и т. п.) на коэффициент технической готовности не влияет.

Коэффициент технической готовности парка во многом зависит от организации работы технической службы АТП, условий эксплуатации, технического состояния подвижного состава и мастерства водителей. Обычно $\alpha_т = 0{,}75 ... 0{,}9$. Коэффициент технической готовности парка определяют по типам и моделям подвижного состава раздельно.

Использование списочного парка в работе оценивается *коэффициентом выпуска подвижного состава на линию* $\alpha_в$, определяемым по следующим формулам:

за период $Д_к$

$$\alpha_в = \frac{АД_э}{АД_к - АД_{н.п}};$$

для единицы подвижного состава

$$\alpha_в = \frac{Д_э}{Д_к - Д_{н.п}},$$

где $АД_{н.п}$ и $Д_{н.п}$ — соответственно автомобиледни и дни нормированных простоев (выходные, праздничные дни и т. д.).

Коэффициент выпуска подвижного состава на линию зависит от технического состояния парка автомобилей и степени их готов-

ности к работе, четкого планирования перевозок, своевременного снабжения запасными частями и эксплуатационными материалами, укомплектования штата водителей в соответствии с численностью подвижного состава и режимом работы АТП; $\alpha_в = 0{,}75 \ldots 0{,}80$.

Показателем, характеризующим степень использования парка за календарный период, является *коэффициент использования подвижного состава* $\alpha_и$:

$$\alpha_и = \frac{АД_э}{АД_к} = \frac{АД_э}{АД_э + АД_р + АД_п}.$$

Коэффициент использования подвижного состава зависит от организационных факторов: режима работы клиентуры, наличия подменных водителей, технического состояния подвижного состава АТП, состояния дорог на маршруте, погодных условий и др. Величина $\alpha_и$ составляет $0{,}65 \ldots 0{,}7$.

Следует отметить, что фактическое время работы подвижного состава на линиях может не совпадать по величине с запланированным временем работы. Учет использования подвижного состава во времени чрезвычайно важен, так как планируемое время работы подвижного состава на линии не всегда используется полностью (вследствие преждевременного возвращения с линии по технической неисправности, отсутствия работы, позднего выезда на линию или по другим причинам).

При оценке работы подвижного состава и определении степени его использования на линии во времени пользуются *коэффициентом использования времени суток* ρ, рассчитываемым как отношение автомобилечасов фактической работы на линии $АЧ_ф$ к автомобилечасам, планируемым в зависимости от принятого режима работы подвижного состава на линии, $АЧ_п$:

$$\rho = \frac{АЧ_ф}{АЧ_п}.$$

2.2. Показатели работы автотранспортных средств на линии

Время в наряде (на линии) $T_н$ представляет собой время производительной работы единицы подвижного состава на линии и состоит из времени движения $T_{дв}$ (включая простои, связанные с регулировкой движения), времени простоя под погрузкой и разгрузкой $T_{п\text{-}р}$ (для автобусов и автомобилей-такси — при посадке и высадке пассажиров), а также времени необходимых технологических простоев $T_{п.п}$ (прочие простои — заправка, необходимый отдых водителя и т. п.):

$$T_н = T_{дв} + T_{п\text{-}р} + T_{п.п}.$$

Планируемое время нахождения подвижного состава в наряде определяют исходя из режима работы автотранспортных средств (односменная, двухсменная), режима работы обслуживаемой клиентуры, характера и срочности перевозок, режима ТО автотранспортных средств.

Время работы на линии $T_л$ складывается из времени в наряде $T_н$, предусмотренного действующими правилами, времени обеденного перерыва водителя $T_{об}$, продолжительность которого устанавливается в зависимости от времени работы на линии (обычно от 30 мин до 1 ч):

$$T_л = T_н + T_{об}.$$

Время смены $T_{см}$ складывается из времени работы на линии и времени подготовительно-заключительных операций, выполняемых в АТП до выхода автотранспортного средства на линию и после его возвращения.

Коэффициент использования рабочего времени подвижного состава δ представляет собой отношение времени нахождения подвижного состава в движении ко времени пребывания в наряде:

для единицы подвижного состава

$$\delta = \frac{T_{дв}}{T_н};$$

для парка подвижного состава

$$\delta = \frac{A T_{дв.п}}{A T_{н.п}},$$

где $A T_{дв.п}$ — время нахождения автомобилей парка в движении; $A T_{н.п}$ — время нахождения автомобилей парка в наряде.

На величину δ влияют такие свойства конструкции автомобиля, как надежность, проходимость, приспособляемость к погрузочно-разгрузочным работам.

Путь, пройденный автотранспортным средством за время нахождения в наряде, называется *общим пробегом* L и включает в себя пробег с грузом $L_г$ (для автобусов и таксомоторов — пробег с пассажирами), пробег без груза (без пассажиров), совершаемый в процессе перевозок, $L_{б.г}$ и так называемый нулевой пробег L_0, связанный с движением автотранспортного средства к пункту первой погрузки (началу маршрута, пункту первой посадки пассажиров для автобусов и таксомоторов) в начале смены и от места окончания работы к месту стоянки по окончании смены. К нулевому пробегу относят также все заезды автомобилей, не связанные с выполнением транспортного процесса (заезд на заправку, ТО, ремонт, смена водителей). Общий пробег

$$L = L_г + L_{б.г} + L_0.$$

Важным показателем эффективности использования парка или единицы подвижного состава является *среднесуточный пробег* $L_{сс}$, км/сут, автотранспортного средства

$$L_{сс} = \frac{L_{общ}}{АД_э},$$

где $L_{общ}$ — общий пробег автотранспортного средства (парка) за период эксплуатации, км.

Для оценки степени производительного использования подвижного состава по пробегу определяют *коэффициент использования пробега* β — отношение пробега с грузом (с пассажирами) к общему пробегу:

$$\beta = \frac{L_г}{L},$$

а также *коэффициент нулевого пробега* ω — отношение нулевого пробега к общему:

$$\omega = \frac{L_0}{L}.$$

Степень использования пробега зависит от взаимного расположения АТП и погрузочно-разгрузочных пунктов, наличия грузов на них, направления грузопотоков, маршрутизации перевозок, размещения пунктов стоянки относительно пунктов погрузки и разгрузки. На степень использования пробега оказывают влияние конструктивные факторы: топливная экономичность, приспособленность автомобилей к перевозке конкретных типов грузов. При пассажирских перевозках коэффициент β важен для легковых автомобилей-такси и мало значим при работе автобусов на маршруте.

Скорость движения подвижного состава является основным показателем его работы, так как от ее величины зависят время доставки грузов (пассажиров), производительность подвижного состава, безопасность движения. При различных эксплуатационных расчетах используют понятия технической, эксплуатационной скоростей и скорости сообщения.

Техническая скорость $v_т$, м/с, называемая также скоростью чистого движения, представляет собой среднюю скорость автотранспортного средства за время движения $T_{дв}$:

$$v_т = \frac{L}{T_{дв}}.$$

На величину технической скорости большое влияние оказывают конструктивные особенности подвижного состава, в первую очередь его тяговые и тормозные качества, управляемость и устой-

чивость при движении, проходимость, маневренность, приемистость, надежность и т. п.

Техническая скорость зависит от условий, в которых работает подвижной состав: тип и состояние дорожного покрытия, ширина проезжей части дороги, интенсивность движения транспорта, условия видимости дороги, время суток и период года, климатические и метеорологические условия, наличие на пути следования светофоров и переездов, квалификация водителей.

Так как в реальных условиях общее время движения автотранспортного средства можно расчленить на движение с постоянной скоростью, разгоны, замедления, торможения и кратковременные остановки, то в общем виде техническая скорость

$$v_т = \frac{L}{\sum t_1 + \sum t_2 + \sum t_3 + \sum t_4 + \sum t_5},$$

где $\sum t_1$, $\sum t_2$, $\sum t_3$, $\sum t_4$, $\sum t_5$ — время движения соответственно с постоянной скоростью, время разгона, замедления, торможения, вынужденных остановок в пути, зависящих от условий движения (остановки у светофоров, железнодорожных переездов и т. п.).

Эксплуатационная скорость $v_э$, м/с, представляет собой условную среднюю скорость движения автотранспортного средства за все время пребывания его в наряде $T_н$:

$$v_э = \frac{L}{T_н}.$$

Отметим, что

$$\frac{v_э}{v_т} = \frac{L}{T_н} : \frac{L}{T_{дв}} = \frac{T_{дв}}{T_н} = \delta.$$

Величина эксплуатационной скорости изменяется в зависимости от расстояния перевозки груза: чем меньше расстояние перевозки, тем больше ездок делает автомобиль и, следовательно, тем бóльшую часть времени в наряде составляет время простоя под погрузкой и разгрузкой и, наоборот, с увеличением расстояния перевозки удельный вес простоев в общем времени в наряде снижается. На величину эксплуатационной скорости влияют также коэффициент использования пробега и величина технической скорости движения.

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

$$v_c = \frac{L}{T_{дв} + T_{п.п}}.$$

Скорость сообщения меньше технической и больше эксплуатационной, поскольку при ее определении не учитывают некоторые простои.

Показатели $T_н$, L, $L_{сс}$, $v_т$, $v_э$, v_c могут рассчитываться как для единичного автотранспортного средства, так и для парка в целом.

2.3. Производительность подвижного состава

При перевозках грузов законченным циклом транспортного процесса является ездка, а при пассажирских перевозках — рейс.

Ездкой называется законченный цикл процесса перевозки, включающий в себя погрузку, пробег с грузом, разгрузку и порожний пробег до следующей погрузки. Количество перевозимого автотранспортным средством груза в течение одной ездки остается неизменным, тогда как от ездки к ездке оно изменяется в результате погрузки и разгрузки.

Рейс включает в себя весь комплекс транспортных операций, происходящих за пробег автобуса от начального до конечного пункта маршрута.

Общий пробег за ездку (рейс) l_e, км, включает в себя пробег с грузом (с пассажирами) $l_{е.г}$, км, и без него $l_{б.г}$, км:

$$l_e = l_{е.г} + l_{б.г}.$$

Фактические значения указанных величин определяются делением соответственно общего сменного пробега, общего пробега с грузом и без груза на число выполненных за смену ездок (рейсов).

Если за ездку $l_{б.г} = 0$, тогда $l_e = l_{е.г}$ и, следовательно, коэффициент использования пробега за одну ездку $\beta = 1$. Если $l_{б.г} \neq 0$, то

$$\beta = \frac{l_{е.г}}{l_e}.$$

Время ездки t_e, ч, складывается из времени движения автомобиля $t_{дв}$ (с грузом $t_{е.г}$ и без $t_{б.г}$) и времени простоя в пункте погрузки и разгрузки $t_{п\text{-}р}$:

$$t_e = t_{дв} + t_{п\text{-}р}.$$

Время рейса $t_р$, ч, автобуса складывается из времени движения, времени остановок для посадки и высадки пассажиров $t_{о.п}$ и времени простоя автобуса в конечных пунктах маршрута $t_{о.к}$:

$$t_р = t_{дв} + t_{о.п} + t_{о.к}.$$

Время движения можно выразить отношением

$$t_{дв} = \frac{l_e}{v_т}.$$

Тогда время ездки

$$t_e = \frac{l_e + v_т t_{п\text{-}р}}{v_т}.$$

С учетом того, что $l_e = l_{е.г}/\beta$, получаем

$$t_e = \frac{l_{е.г} + \beta v_т t_{п\text{-}р}}{\beta v_т}. \qquad (2.2)$$

Как видно из формулы (2.2), время ездки зависит от величины четырех переменных показателей. Наибольшее влияние оказывает расстояние перевозки груза, от которого прямо пропорционально зависит время ездки, если не учитывать одновременного изменения величины других показателей. Однако все показатели тесно взаимосвязаны. Так, с увеличением расстояния перевозки повышается скорость движения, с увеличением коэффициента использования пробега уменьшается общее время простоя под погрузкой и разгрузкой и т. п. Поэтому при анализе показателей целесообразно рассматривать их влияние с учетом одновременного воздействия.

С увеличением длины ездки, как правило, увеличивается среднесуточный пробег подвижного состава. Если при этом не будет достигнуто повышение коэффициента использования пробега, это вызовет сокращение объема перевозок. Поэтому при организации перевозок сокращение длины ездки является резервом повышения производительности подвижного состава.

Число ездок, которое может быть выполнено единицей подвижного состава за время работы на линии:

$$z = \frac{T_н}{t_e}. \qquad (2.3)$$

Подставив выражение (2.2) в (2.3), определим число ездок:

$$z = \frac{\beta T_н v_т}{l_{е.г} + \beta v_т t_{п\text{-}р}}. \qquad (2.4)$$

Аналогичные выражения можно получить для пассажирского транспорта.

Объем перевозок груза (числа пассажиров) за ездку (рейс) Q_e равен количеству груза (пассажиров), доставленных автотранспортным средством в течение ездки (рейса). Объем перевозок за все время в наряде

$$Q = \sum Q_e.$$

Выполненный за ездку *грузооборот* (*пассажирооборот*):

$$P_e = Q_e l_{e.г}.$$

Грузооборот (пассажирооборот), выполненный автотранспортным средством за все время в наряде:

$$P = \sum P_e.$$

Средняя величина пробега с грузом за ездку может отличаться от среднего расстояния перевозки грузов, что вызвано неодинаковым использованием грузоподъемности (пассажировместимости) подвижного состава.

Перевозка грузов. Использование подвижного состава по грузоподъемности (пассажировместимости) оценивают коэффициентами статического γ_c и динамического $\gamma_д$ использования грузоподъемности (наполнения).

Коэффициент статического использования грузоподъемности определяют отношением фактического количества перевезенного груза Q, т, к возможному количеству груза при полном использовании номинальной грузоподъемности q, т, подвижного состава без учета расстояния перевозки:

за одну ездку единицы подвижного состава

$$\gamma_c = \frac{Q}{q};$$

за z ездок единицы подвижного состава

$$\gamma_c = \frac{Q}{qz};$$

за z ездок $A_э$ единиц подвижного состава

$$\gamma_c = \frac{\sum A_э Q}{\sum A_э z q}.$$

При определении коэффициента статического использования грузоподъемности не учитывают расстояние перевозки груза, хотя этот фактор существенно влияет на результаты работы подвижного состава.

На автомобильном транспорте рассчитывают также *коэффициент динамического использования грузоподъемности*, который определяют отношением количества фактически выполненной работы P (фактически выполненного грузооборота), т·км, к работе, которая могла быть выполнена при полном использовании грузоподъемности (потенциально возможному грузообороту) за пробег с грузом:

за одну ездку единицы подвижного состава

$$\gamma_{д} = \frac{P_{е}}{q l_{е.г}};$$

за z ездок единицы подвижного состава

$$\gamma_{д} = \frac{\sum P_{е}}{q z l_{е.г}} = \frac{P}{q L_{т}}.$$

Данный коэффициент позволяет оценить степень использования грузоподъемности с учетом расстояния перевозки грузов. В случае выполнения перевозки с постоянной длиной ездки или при постоянной массе перевозимого за каждую ездку груза $\gamma_{с} = \gamma_{д}$. Количественные значения показателей использования грузоподъемности зависят от степени соответствия типа подвижного состава характеру перевозимого груза, рода груза (плотность, размеры, физические свойства), размера отдельных его партий, способа укладывания, дорожных и природно-климатических условий, организации процесса перевозки.

Важной характеристикой эксплуатационных условий работы автотранспортных средств является *среднее расстояние перевозки 1 т груза*, так как при определении средней величины пробега с грузом за ездку не учитывается грузоподъемность применяемого подвижного состава и степень ее использования на различных расстояниях:

$$L_{ср} = \frac{P}{Q}.$$

При выполнении расчетов следует иметь в виду, что среднее расстояние перевозки 1 т груза $L_{ср}$ не равно длине груженой части ездки $l_{е.г}$.

Сменная производительность автотранспортного средства $Q_{см}$, т, и $P_{см}$, т·км, с учетом формулы (2.4):

$$Q_{см} = \frac{q \gamma_{с} T_{н}}{\dfrac{l_{е.г}}{\beta v_{т}} + t_{п\text{-}р}};$$

$$P_{см} = \frac{q \gamma_{д} T_{н} l_{е.г}}{\dfrac{l_{е.г}}{\beta v_{т}} + t_{п\text{-}р}}.$$

Производительность единицы подвижного состава, т·км, можно определить как

$$P = L_{г} q \gamma_{д}.$$

Производительность всего парка подвижного состава за планируемые дни работы $Д_к$ Q, т, и P, т·км

$$Q = A_{сс} Д_к \alpha_в \frac{q \gamma_с T_н}{\frac{l_{е.г}}{\beta v_т} + t_{п\text{-}р}};$$

$$P = A_{сс} Д_к \alpha_в \frac{q \gamma_д T_н l_{е.г}}{\frac{l_{е.г}}{\beta v_т} + t_{п\text{-}р}}.$$

Приведенные формулы устанавливают основные соотношения между показателями выработки автотранспортных средств и ТЭП.

Производительность грузового автомобиля — это масса перевезенного груза, т, или выполненная транспортная работа, т·км, за единицу времени.

Производительность грузового автомобиля, отнесенная к 1 ч пребывания его на линии, называется *часовой производительностью.*

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

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

Тогда пробег с грузом за 1 ч пребывания автомобиля на линии

$$L_ч = \beta v_э.$$

Число ездок с грузом за 1 ч пребывания автомобиля на линии

$$z_ч = \frac{\beta v_э}{l_{е.г}}.$$

За одну ездку автомобиль перевозит $q\gamma_с$ тонн груза. Тогда масса перевезенного груза, т, за 1 ч, т.е. часовая производительность автомобиля, т/ч:

$$Q_ч = \frac{q \gamma_с \beta v_э}{l_{е.г}}.$$

Транспортная работа, т·км, выполненная за 1 ч, т.е. часовая производительность автомобиля, т·км/ч:

$$P_ч = q \gamma_д \beta v_э.$$

Поскольку

$$v_э = \delta v_т,$$

то

$$Q_{\text{ч}} = \frac{q\gamma_{\text{с}}\beta\delta v_{\text{т}}}{l_{\text{е.г}}}; \tag{2.5}$$

$$P_{\text{ч}} = q\gamma_{\text{д}}\beta\delta v_{\text{т}}. \tag{2.6}$$

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

$$\delta = \frac{T_{\text{дв}}}{T_{\text{н}}} = \frac{T_{\text{дв}}}{T_{\text{дв}} + T_{\text{п-р}} + T_{\text{п.п}}}.$$

Исключая простои по организационным вопросам и техническим причинам, получим следующее выражение

$$\delta = \frac{T_{\text{дв}}}{T_{\text{дв}} + T_{\text{п-р}}} = \frac{1}{1 + \dfrac{T_{\text{п-р}}}{T_{\text{дв}}}}.$$

С учетом выражения

$$T_{\text{дв}} = \frac{L_{\text{г}}}{\beta v_{\text{т}}}$$

коэффициент использования рабочего времени

$$\delta = \frac{1}{1 + \dfrac{\beta T_{\text{п-р}} v_{\text{т}}}{L_{\text{г}}}} = \frac{L_{\text{г}}}{L_{\text{г}} + \beta T_{\text{п-р}} v_{\text{т}}}.$$

Поскольку

$$L_{\text{г}} = l_{\text{е.г}} z;\ T_{\text{г}} = t_{\text{е.г}} z,$$

$$\delta = \frac{l_{\text{е.г}}}{l_{\text{е.г}} + \beta t_{\text{п-р}} v_{\text{т}}}.$$

Подставляя полученное выражение для δ в формулы (2.5) и (2.6), можно записать

$$Q_{\text{ч}} = \frac{q\gamma_{\text{с}}\beta v_{\text{т}}}{l_{\text{е.г}} + \beta t_{\text{п-р}} v_{\text{т}}};$$

$$P_{\text{ч}} = \frac{q\gamma_{\text{д}}\beta v_{\text{т}} l_{\text{е.г}}}{l_{\text{е.г}} + \beta t_{\text{п-р}} v_{\text{т}}}.$$

Для исключения влияния на производительность различной грузоподъемности подвижного состава определяется часовая производительность в расчете на 1 авт.-т грузоподъемности:

$$Q_{\text{ат.ч}} = \frac{\gamma_{\text{с}}\beta v_{\text{т}}}{l_{\text{е.г}} + \beta t_{\text{п-р}} v_{\text{т}}};$$

$$P_{\text{ат.ч}} = \frac{\gamma_{\text{д}}\beta v_{\text{т}} l_{\text{е.г}}}{l_{\text{е.г}} + \beta t_{\text{п-р}} v_{\text{т}}}.$$

Производительность подвижного состава, рассчитанная на 1 км, показывает величину выработки, т и т·км, на каждый километр пробега:

$$Q_{\text{км}} = \frac{\gamma_{\text{с}}\beta v_{\text{т}}}{l_{\text{е.г}}};$$

$$P_{\text{км}} = q\gamma_{\text{д}}\beta.$$

Перевозка пассажиров. Для расчета производительности автотранспортных средств для перевозки пассажиров используют систему показателей и методику, аналогичную описанной для грузовых автотранспортных средств.

Коэффициент статического использования пассажировместимости (наполнения) автобуса $\gamma_{\text{с.а}}$ определяется отношением числа фактически перевезенных пассажиров к возможному числу пассажиров при полном использовании вместимости и фактическом коэффициенте сменности:

$$\gamma_{\text{с.а}} = \frac{\sum Q_{\text{п}}\eta_{\text{см}}}{\sum q_{\text{п}}\eta_{\text{см}}},$$

где $Q_{\text{п}}$ — фактическое среднее за рейс число пассажиров, чел.; $q_{\text{п}}$ — число пассажиров, одновременно находящихся в автобусе, чел.; $\eta_{\text{см}}$ — коэффициент сменности пассажиров за рейс.

Коэффициент сменности пассажиров за рейс показывает, сколько раз в среднем за время рейса происходит смена пассажиров в автобусе, и представляет собой отношение длины рейса к средней дальности поездки одного пассажира или числа перевезенных за рейс пассажиров к среднему числу использованных мест.

Коэффициент динамического использования пассажировместимости (наполнения) автобуса $\gamma_{\text{д.а}}$ определяют отношением количества фактически выполненной работы (фактически выполненного пассажирооборота), пасс.-км, к работе, которая могла быть выполнена при полном использовании вместимости (потенциально возможному пассажирообороту) и фактическом коэффициенте сменности:

$$\gamma_{\text{д.а}} = \frac{\sum Q_{\text{п}}\eta_{\text{см}} l_{\text{п.р}}}{\sum q_{\text{п}}\eta_{\text{см}} l_{\text{п.р}}},$$

где $l_{\text{п.р}}$ — средняя дальность поездки пассажира за рейс, км.

Сменная производительность автобуса, определяемая числом перевезенных пассажиров $W_п$, чел., и выполненным пассажирооборотом $W_{пк}$, пасс.-км, за время нахождения на линии, рассчитывается с использованием следующих зависимостей:

$$W_п = \frac{q_а \gamma_{с.а} \eta_{см} T_н}{\frac{l_м}{\beta v_т} + t_{о.п} + t_{о.к}};$$

$$W_{пк} = \frac{q_а \gamma_{д.а} T_н l_м}{\frac{l_{е.г}}{\beta v_т} + t_{о.п} + t_{о.к}},$$

где $q_а$ — пассажировместимость автобуса, чел.; $l_м$ — длина маршрута, км; $t_{о.п}$ — суммарное время стоянки автобуса на промежуточных остановочных пунктах (для посадки-высадки пассажиров), ч; $t_{о.к}$ — суммарное время стоянки автобуса на конечных остановочных пунктах, ч.

Производительность автобусов определяется по количеству перевезенных пассажиров, чел., или транспортной работы, пасс.-км, за единицу времени. Часовая производительность маршрутных автобусов (маршрутных такси), $W_{п.ч}$, чел./ч, и $W_{пк.ч}$, пасс.-км/ч:

$$W_{п.ч} = \frac{q_а \gamma_{с.а} \eta_{см}}{\frac{l_м}{\beta v_т} + t_{о.п} + t_{о.к}};$$

$$W_{пк.ч} = \frac{q_а \gamma_{д.а} l_м}{\frac{l_м}{\beta v_т} + t_{о.п} + t_{о.к}}.$$

Основными показателями, характеризующими качество обслуживания пассажиров на маршруте, являются:

средний интервал движения на маршруте, мин, определяющий в основном время на ожидание посадки:

$$И = \frac{t_{об}}{n_м},$$

где $t_{об}$ — время оборота автобуса на маршруте, мин; $n_м$ — число автобусов на маршруте, шт.;

время оборота автобуса на маршруте, мин:

$$t_{об} = \frac{L_{об}}{v_т} + t_{о.п} z + t_{о.к};$$

скорость сообщения на маршруте, м/с, определяющая фактические затраты времени пассажира на поездку:

$$v_c = \frac{l_м}{t_{дв} + t_{о.п}};$$

коэффициент регулярности движения $k_р$, характеризующий точность выполнения расписания:

$$k_р = \frac{Р_р}{Р_{общ}},$$

где $Р_р$ — число рейсов, выполненных с отклонением в расписании не более 2 мин в ту или другую сторону; $Р_{общ}$ — общее число рейсов, предусмотренных расписанием.

Комфортабельность поездки характеризуется *числом пассажиров, приходящимся на 1 м² полезной площади салона.* Данный показатель может оцениваться в среднем за сутки работы автобуса и в часы пик на наиболее загруженных участках маршрутов. Предельным нормативным значением, рекомендованным Международным союзом общественного транспорта, является 6,6 пасс./м².

Для автомобилей-такси производительность определяется количеством выполненных за 1 ч оплаченных километров и оплаченного времени простоев.

Для оценки работы автомобилей-такси используют следующие показатели: общий сменный пробег L и суммарный платный пробег $L_{пл}$, коэффициенты платного пробега $\beta_{пл}$ и использования линейного времени $\eta_{вр}$:

$$\beta_{пл} = \frac{L_{пл}}{L}; \quad \eta_{вр} = \frac{T_{пл}}{T_н},$$

где $T_{пл}$ — время платного пробега.

Время одной ездки автомобиля-такси $t_е$ складывается из времени оплаченного $t_{оп}$ и холостого $t_х$ пробегов и оплаченного времени простоя $t_п$:

$$t_е = \frac{l_{оп} + l_х}{v_т} + t_п,$$

где $l_{оп}$, $l_х$ — оплаченный и холостой пробег соответственно.

Среднечасовой платный пробег $L_{ч.пл}$ и среднечасовой оплаченный простой $T_{п.пл}$

$$L_{ч.пл} = \frac{\beta_{пл} v_т l_{оп}}{l_{оп} + \beta_{пл} v_т (t_{оп} + t_х)};$$

$$T_{п.пл} = \frac{\beta_{пл} v_т t_{оп}}{l_{оп} + \beta_{пл} v_т (t_{оп} + t_х)}.$$

Таким образом, производительность автомобиля-такси зависит от средней длины оплаченной ездки, коэффициента платного пробега, технической скорости и времени оплаченных простоев за каждую ездку.

2.4. Себестоимость автомобильных перевозок

Показатели производительности не отражают в полной мере экономическую эффективность использования подвижного состава. Необходимо провести сравнение подвижного состава выбранных моделей по себестоимости перевозок.

Себестоимость перевозок является обобщающим экономическим показателем, характеризующим эффективность использования той или иной модели подвижного состава в работе. Кроме того, уровень и структура себестоимости представляют собой основу для построения тарифов на перевозки. Фактическая себестоимость перевозок S определяется отношением суммарных расходов $S_р$, связанных с осуществлением перевозок за определенный период времени, к объему транспортной работы P, выполненной за то же время, руб./(т·км) или руб./пасс.-км:

$$S = \frac{S_р}{P}.$$

Затраты, связанные с выполнением перевозок, принято группировать следующим образом:

- переменные расходы, зависящие в основном от пробега подвижного состава при выполнении перевозок. К ним относятся затраты на эксплуатационные материалы (топливо, смазочные материалы, специальные жидкости), затраты на восстановление и ремонт шин, затраты на ТО и текущий ремонт подвижного состава, а также амортизационные отчисления на его восстановление. Переменные расходы исчисляются на 1 км пробега автомобиля;
- постоянные расходы, не связанные непосредственно с выполнением конкретной перевозки и не зависящие от показателей работы подвижного состава на линии. К ним относятся амортизационные отчисления, расходы на содержание зданий и сооружений, хозяйственные расходы, заработная плата административно-управленческого аппарата, различные налоги и сборы. Постоянные затраты исчисляются на 1 ч работы подвижного состава;
- заработная плата водителей, величина которой определяется в зависимости от принятой для данного вида перевозок системы оплаты труда. Размер заработной платы может зависеть от выполненной транспортной работы, отработанного времени или других факторов;

• погрузочно-разгрузочные расходы. К ним относят расходы, связанные с выполнением погрузочно-разгрузочных работ: заработная плата грузчиков и персонала, обслуживающего погрузочно-разгрузочные механизмы, стоимость ТО и ремонта погрузочно-разгрузочных механизмов;

• дорожные расходы, связанные со строительством, содержанием и ремонтом дорог.

При расчете себестоимости перевозок на автомобильном транспорте учитывают только переменные и постоянные расходы, а также заработную плату водителей, условно отнесенную к постоянным расходам.

Измерителями транспортной работы для грузовых автомобилей являются грузооборот или пробег (в зависимости от формы оплаты перевозочных услуг), для автобусов и маршрутных такси — пассажирооборот, для легковых таксомоторов — платный пробег.

Величина себестоимости транспортной работы для каждого вида перевозок с учетом указанных ранее групп показателей может быть определена по формуле

$$S = \frac{S_{зп} + S_{пост} T_c + S_{пер} L}{P},$$

где $S_{зп}$ — заработная плата водителей, соответствующая выполненной транспортной работе, руб.; $S_{пост}$ — постоянные затраты, руб./ч; T_c — суммарное время выполнения данного объема транспортной работы, авто-ч; $S_{пер}$ — переменные затраты, руб./км; L — суммарный пробег автотранспортных средств при выполнении данного объема транспортной работы, км.

Выражая L и P через основные показатели транспортного процесса и условно внеся заработную плату водителя в постоянные расходы, получим

$$S = \frac{S_{пер}}{\beta q \gamma_д} + \frac{S_{пост}\left(l_{е.г} + t_{п\text{-}р}\beta v_т\right)}{\beta v_т q \gamma_д l_{е.г} \alpha_и \rho}.$$

Анализ полученной формулы показывает, что себестоимость перевозок снижается с увеличением грузоподъемности автотранспортного 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 ТО и ремонт подвижного состава.

Для удобства расчетов при планировании себестоимости перевозок все виды затрат для каждого типа подвижного состава могут быть нормированы и условно приведены к 1 км пробега. При этом

расчетная величина себестоимости перевозок может быть определена по следующим формулам:

для грузовых автомобилей

$$S_{\text{р}} = \frac{S}{q\gamma_{\text{д}}\beta};$$

для автобусов и маршрутных такси

$$S_{\text{р}} = \frac{S}{q\gamma_{\text{д.а}}\beta};$$

для легковых таксомоторов

$$S_{\text{р}} = \frac{S}{\beta_{\text{пл}}},$$

где $S_{\text{р}}$ — расчетная величина себестоимости перевозок, руб./(т·км) (для грузовых автомобилей), руб./пасс.-км (для автобусов и маршрутных такси), руб./пл.км (для легковых таксомоторов); S — суммарные затраты в расчете на 1 км пробега, руб./км.

Для грузовых автомобилей себестоимость перевозок целесообразно рассчитывать на 1 т груза, руб./т, по каждой модели подвижного состава:

$$S_{\text{т}} = \frac{1}{q\gamma_{\text{д}}}\left[\frac{l_{\text{е.г}}}{\beta}S_{\text{пер}} + S_{\text{зп}} + \left(t_{\text{п-р}} + \frac{l_{\text{е.г}}}{\beta v_{\text{т}}}\right)S_{\text{пост}}\right].$$

Все расчеты по себестоимости перевозок грузов подвижным составом различных моделей целесообразно свести в таблицы или построить графики, отражающие изменение себестоимости перевозок 1 т груза в зависимости от расстояния перевозок. Следует заметить, что с увеличением расстояния себестоимость перевозок 1 т груза повышается и ее рост сказывается в большей степени для подвижного состава меньшей грузоподъемности.

ГЛАВА 3

ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

3.1. Особенности эксплуатации и требования к конструкции автомобилей в различных отраслях экономики

Специализированным подвижным составом называют автомобильные транспортные средства, предназначенные для перевозки определенных видов грузов или оборудованные специальными погрузочно-разгрузочными устройствами. К специализированному подвижному составу относятся самосвалы, самопогрузчики, фургоны и рефрижераторы, цистерны, трубовозы, металловозы, контейнеровозы, лесовозы, автомобили для перевозки строительных конструкций, продукции сельскохозяйственного производства и др.

По сравнению с обычным специализированный подвижной состав обеспечивает лучшую сохранность грузов при перевозке и возможность перевозки специфических видов грузов, более высокую механизацию погрузочно-разгрузочных работ, повышает безопасность и улучшает санитарно-гигиенические условия перевозки некоторых видов грузов, снижает затраты на тару и упаковку грузов.

Однако специализированный подвижной состав имеет бóльшую стоимость изготовления, повышенную трудоемкость обслуживания, сложность полезного использования обратных рейсов, для его эксплуатации требуется более высокая квалификация водителей.

Перевозка полезных ископаемых. В горнорудной промышленности широкое распространение получил открытый способ разработки месторождений, наиболее экономичный, производительный и безопасный при добыче полезных ископаемых. Для карьерных перевозок характерны следующие особенности: 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 (2...10 км); осуществление загрузки автомобилей мощными экскаваторами; высокая запыленность воздуха; повышенный уровень шума; сильное загрязнение карьерного воздуха отработавшими газами.

Отмеченные особенности работы автомобильного подвижного состава на карьерных перевозках определяют следующие основ-

ные требования к конструкции применяемых для этих целей автомобилей.

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

Наличие мощных постоянных грузопотоков, а также навалочных грузов большой плотности определяет в качестве основного типа подвижного состава автомобиль-самосвал и самосвальный автопоезд особо большой грузоподъемности (400...3 000 кН).

Для мягких, мелкокусковых пород и полезных ископаемых применяют одно- и двухосные полуприцепы, разгружающиеся через дно. Грузоподъемность и объем кузова подвижного состава должны соответствовать объему ковша экскаватора и параметрам груза, подлежащего погрузке и перевозке. Кузова карьерных самосвалов должны конструироваться с учетом действия ударных нагрузок от падающего груза большой массы, над кабиной должен быть предусмотрен надежный защитный козырек. Кабина для карьерных самосвалов должна проектироваться одноместной.

Двигатель и трансмиссия должны обеспечивать максимальную скорость движения 8...10 м/с (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, эффективных тормозов, автоматической трансмиссии и т.д.).

Вследствие высокой запыленности воздуха в карьерах кабины автомобилей необходимо оборудовать установками, подающими обеспыленный воздух с избыточным давлением во избежание подсоса запыленного наружного воздуха через неплотности дверей и окон. Для карьерных автомобилей очень важно снижение токсичности отработавших газов, поэтому в автомобилях с дизелями при работе в глубоких карьерах должны устанавливаться нейтрализаторы отработавших газов. Одним из важных эксплуатационных качеств карьерных автомобилей является их надежность, так как стоимость ТО и ремонта карьерных самосвалов составляет значительную часть себестоимости перевозок.

Перевозка строительных грузов. На темпы, эффективность, а также на стоимость строительства непосредственно влияет четкая, качественная работа транспорта по перевозке строительных материалов, конструкций, деталей. Номенклатура строительных грузов очень разнообразна: навалочные и насыпные грузы (грунт, песок, шлак, щебень, гравий и др.), стеновые материалы (кирпич, кирпичные, бетонные, шлаковые блоки, панели), железобетонные изделия, металлические конструкции, строительные растворы (цементный раствор, жидкий бетон и др.), пылящие грузы (цемент, известь) и т.п.

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 1...40 км. В связи с этим к автомобилям-самосвалам, применяемым в строительстве, предъявляют такие же требования, что и к карьерным самосвалам.

Специфическими свойствами цемента, гипса, извести-пушонки, требующими особых условий хранения, перевозки и погрузочно-разгрузочных работ, являются легкое распыление и большая текучесть в сухом состоянии; большая гигроскопичность; абразивность пыли, создающая вредные условия труда; способность к слеживанию и образованию сводов; изменение плотности вещества в зависимости от влажности и способа перевозки. Перевозка таких грузов должна производиться в герметически закрытых емкостях на специализированном подвижном составе, который должен обеспечить сохранность грузов от распыления и утечки, предохранять от попадания влаги, не допускать слеживания и цементирования. Кроме того, применение специализированного подвижного состава позволяет комплексно механизировать весь транспортный процесс доставки груза, повысить степень использования подвижного состава и перегрузочного оборудования, снизить трудоемкость и себестоимость перевозок.

С увеличением объема строительства увеличивается перевозка растворов и товарного бетона различных свойств и назначения. Строительные растворы приготовляют, как правило, на растворосмесительных заводах, узлах и установках, откуда их перевозят на автомобилях непосредственно на объекты строительства. При выборе типа и модели подвижного состава для перевозки растворов необходимо учитывать ограниченный срок годности строительных растворов, что является определяющим фактором при установлении количества завозимого раствора на строительную площадку. Кроме того, учитывается производительность растворомешалок растворных узлов и кратность массы одного замеса грузоподъемности подвижного состава, так как несоответствие емкости кузова объему готового замеса раствора снижает использование грузоподъемности подвижного состава и увеличивает транспортные издержки строительства. На строительные площадки раствор доставляют специализированным подвижным составом — автоцистернами-растворовозами и автомобилями-самосвалами. Перевозка товарного бетона осуществляется и автомобилями-бетоносмесителями, обеспечивающими непрерывное перемешивание бетонной смеси или ее приготовление из сухих компонентов и воды во время движения.

Перевозки грузов торговли. Характерной особенностью этого вида перевозок является многообразие грузов, различающихся по плотности, условиям перевозки и т.д. Грузы торговли в большинстве своем специфичны: требуют защиты от воздействия атмосферных факторов, определенного температурного режима, чистоты транспортных средств, высокой культуры всего транспортного процесса.

Автомобили, перевозящие грузы торговли и питания, работают в основном на дорогах с твердым покрытием. Бóльшая 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.

Для перевозки грузов торговли и общественного питания требуется широкий типаж подвижного состава. Основная часть грузов перевозится в автомобилях-фургонах общего назначения, которые должны удовлетворять следующим требованиям:

- внутренняя форма кузова с целью обеспечения наилучшего размещения груза в стандартной таре должна быть прямоугольной, а размеры согласовываться с габаритными размерами контейнеров, поддонов, ящиков и другой тары. Пол должен быть гладким. Выполнение погрузочно-разгрузочных работ внутри кузова-фургона грузчиками должно производиться в полный рост;
- фургон должен иметь, как правило, две двери: сзади и с правой стороны по ходу движения. Ширина проема боковой двери кузова-фургона автомобилей грузоподъемностью 45 кН 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. При закрытых дверях должна обеспечиваться необходимая жесткость кузова, при открытых дверях — возможность подъезда к месту загрузки-выгрузки; запоры дверей должны допускать их опломбирование;
- погрузочная высота кузова-фургона для автомобилей должна быть 0,7; 0,9; 1,1; 1,2; 1,25; 1,3 м. Фургоны, имеющие погрузочную высоту более 0,5 м, должны оборудоваться устройствами для доступа внутрь грузового помещения. При этом подножки не должны выступать за габаритные размеры кузова и мешать подъезду транспортного средства вплотную к месту погрузки-разгрузки. Пол кузова-фургона автомобиля грузоподъемностью 45 кН и выше должен обеспечивать возможность въезда внутрь вилочного погрузчика с грузом общей массой не менее 2,5 т;
- объем и площадь кузова-фургона должны обеспечивать максимально полное использование грузоподъемности базовой модели при перевозке грузов, для которых она предназначена;

• материал внутренней облицовки кузова-фургона должен удовлетворять санитарно-гигиеническим требованиям;

• кузова-фургоны должны иметь внутреннее освещение, систему вентиляции, а их конструкция исключать возможность попадания внутрь пыли, влаги, отработавших газов, паров топлива из системы питания двигателя;

• запасное колесо должно размещаться вне кузова-фургона;

• срок службы кузова до капитального ремонта должен быть не менее срока службы базового автомобиля.

Автомобили-фургоны грузоподъемностью до 15 кН, предназначенные для быстрой доставки товаров в торговую сеть, выполняют с цельнометаллическим кузовом вагонного типа. Кабина водителя отделена от грузового помещения перегородкой, препятствующей смещению груза при торможении автомобиля. Для быстрой загрузки и выгрузки товаров кроме двери в задней части кузова имеется и боковая одностворчатая или сдвижная дверь с правой стороны грузового помещения.

Для перевозки скоропортящихся грузов используют изотермические фургоны, автомобили- и автопоезда-рефрижераторы. К рефрижераторам относятся изотермические фургоны с системами машинного или безмашинного охлаждения, которые позволяют понижать температуру внутри грузового помещения до заданной по условиям сохранности перевозимого груза, а затем поддерживать ее на этом уровне.

Кузов и оборудование изотермического подвижного состава должны обеспечивать стабильную температуру в грузовом помещении с минимальными ее колебаниями по всему объему; быстрое и равномерное охлаждение неохлажденных грузов; интенсивную циркуляцию воздуха в грузовом помещении; вентиляцию грузового помещения; возможность ведения погрузочно-разгрузочных работ с использованием подъемно-транспортного оборудования; удобство обслуживания холодильного и отопительного оборудования и санитарной обработки грузового помещения; иметь надежное уплотнение дверей материалом, обладающим повышенными антикоррозионными свойствами.

К специальным фургонам относятся и автомобили-мебелевозы. Основные требования, которым они должны удовлетворять, следующие: 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 его вместимость; наличие вдоль стенок кузова полумягких валиков, а поперек — подвижных полумягких поперечин, предохраняющих мебель от повреждения.

Перевозка нефтепродуктов. Массовые перевозки нефтепродуктов (бензин, керосин, дизельное топливо, масла, мазут и т.д.) во избежание загрязнения и потерь при транспортировании осуще-

ствляются одиночными автомобилями, автомобилями-тягачами с прицепами и полуприцепами, оборудованными герметичными кузовами-цистернами. При проектировании автоцистерн необходимо учитывать физико-химические свойства транспортируемых грузов. Так, их плотность определяет нагрузку на шасси и элементы цистерны при заданной вместимости; плотность, вязкость и электризуемость — характеристики насоса и скорость перекачивания продуктов; давление насыщенных паров — требования к прочности цистерны, характеристики клапанов и насосов; коррозионность — выбор материала и антикоррозионных покрытий для цистерны и других агрегатов технологического оборудования; содержание воды и механических примесей — выбор вида средств очистки и периодичность их обслуживания; температура застывания — необходимость в системе подогрева и теплоизоляции технологического оборудования.

К автотранспортным средствам, перевозящим нефтепродукты, предъявляют следующие дополнительные требования:

- выпускная труба с глушителем должна быть вынесена в сторону радиатора с наклоном выпускного отверстия вниз, допускается выводить ее в правую сторону вне зон цистерны и топливных коммуникаций;
- топливный бак должен размещаться на наибольшем удалении от двигателя, выпускной трубы и электрических проводов, защищаться со стороны передней и задней стенок металлическими щитками, а со стороны днища — металлической сеткой с размерами ячейки 10×10 мм, при этом расстояние от щитков и сетки должно быть не менее 20 мм;
- в электросети обязательно наличие плавких предохранителей или автоматических выключателей, а также приспособлений для отключения аккумуляторной батареи из кабины водителя. Электролампы, находящиеся внутри кузова, должны быть защищены сеткой или решеткой. Электропроводка монтируется в металлических трубах или рукавах, а разводка осуществляется с помощью пыленепроницаемых распределительных коробок;
- транспортное средство заземляется металлической цепью и должно иметь два огнетушителя, устанавливаемых вне кабины водителя;
- транспортное средство должно быть снабжено системой информации об опасности, в состав которой входят информационная табличка для обозначения транспортного средства, аварийная карточка для определения мероприятий по ликвидации последствий инцидента, специальная окраска и надписи на транспортном средстве. На информационной табличке указывают знак опасности, код экстренных мер и номер перевозимого вещества по списку ООН.

Перевозка других типов жидких грузов. Цистерны для перевозки молока должны изготавливаться из коррозионно-стойких сталей

или специальных алюминиевых сплавов, внутренние поверхности цистерн полироваться, а для облегчения мойки углы цистерн скругляться. Цистерны большой вместимости должны быть разделены на секции для уменьшения взбалтывания молока при перевозке. Каждая секция оборудуется наливными горловинами, герметически закрываемыми крышками. На крышках должны быть установлены клапаны двойного действия, которые не допускают повышения давления в секциях выше атмосферного при их заполнении и предупреждают понижение давления при сливе. Для обеспечения сохранности качества молока в течение длительного времени цистерны теплоизолируют.

3.2. Автомобильные поезда

Автомобильным поездом (автопоездом) называется сочлененное транспортное средство, состоящее из автомобиля-тягача и одного или нескольких прицепных звеньев. В качестве автомобилей-тягачей для автопоездов используют базовые модели грузовых автомобилей и их модификации.

Автомобильные поезда (рис. 3.1) по сравнению с одиночными автомобилями имеют следующие преимущества: сниженная нагрузка на ось при той же грузоподъемности; повышенная производительность автопоездов (несмотря на снижение средней технической скорости их движения на 15...20 %) по сравнению с одиночными автомобилями в 2 раза и более; снижение расхода топлива на 1 т перевозимого груза; возможность получить единый технологический комплекс оборудования (например, агрегат для вы-

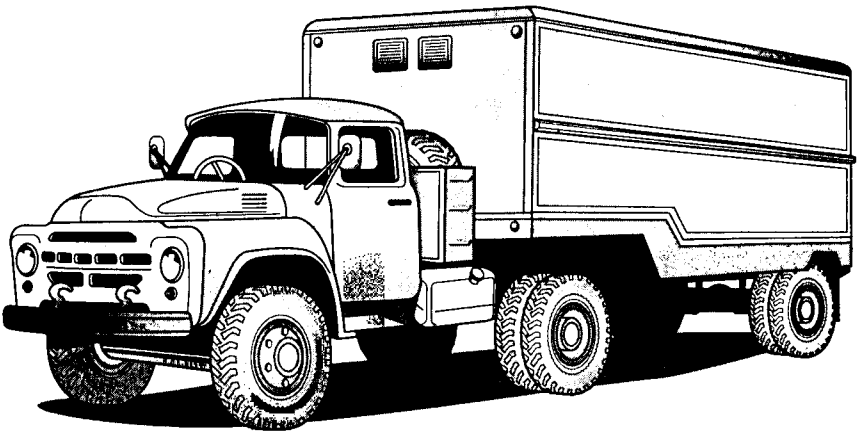


Рис. 3.1. Общий вид автопоезда

полнения каких-либо операций может размещаться на автомобиле, а автономная электростанция для его питания — на прицепе).

Длинномерные неделимые грузы можно перевозить только на автопоездах. К недостаткам применения автопоездов можно отнести меньшую проходимость (особенно на грунтовых дорогах) и худшую маневренность по сравнению с одиночным автомобилем, что усложняет работу водителей и увеличивает затраты времени на погрузочно-разгрузочные работы.

Автопоезда по своему назначению разделяют на универсальные, специализированные и специальные. *Универсальные* автопоезда предназначены для перевозки различных грузов. *Специализированными* автопоездами перевозят определенные виды грузов, их звеньями являются панелевозы, цистерны, фургоны-рефрижераторы и др. *Специальные* автопоезда используют для перевозки постоянно смонтированного на них оборудования (передвижные электростанции, компрессорные установки и др.).

По характеру распределения тяговых усилий различают автопоезда с пассивными и активными прицепными звеньями. Вертикальная нагрузка от собственного веса прицепного звена и веса перевозимого груза может передаваться полностью или частично на колеса прицепного звена. В зависимости от этого звенья соединяются между собой через тяговую или опорную связь. Тяговая связь передает в основном продольные (тяговые и тормозные) усилия. Опорная связь передает продольные и вертикальные (от части массы сопрягаемого звена) усилия.

По типу связи прицепные звенья автопоездов подразделяют на три основных принципиальных типа: прицеп, полуприцеп и роспуск. *Прицеп* — несамоходное транспортное средство, соединяемое с тягачом тягово-сцепным устройством, передающим тяговые и управляющие усилия, которые возникают в результате взаимодействия звеньев автопоезда. *Полуприцеп* — несамоходное транспортное средство, соединяемое с тягачом опорно-сцепным устройством, передающим тяговые и управляющие усилия и воспринимающим вертикальные усилия от части веса полуприцепа. *Роспуск* — несамоходное транспортное средство, соединяемое с тягачом тягово-сцепным устройством, передающим тяговые и управляющие усилия и воспринимающим вертикальные усилия от передней части груза.

В зависимости от применяемого типа связи и числа прицепных звеньев автопоезда разделяют на прицепные, седельные, роспуски и седельно-прицепные.

Прицепные автопоезда состоят из тягача, имеющего грузонесущую часть (бортовую платформу), и одного или нескольких прицепов, соединенных тяговой связью. Тягово-сцепное устройство обычно состоит из буксирного крюка на тягаче и сцепной петли в дышле прицепа.

Седельные автопоезда состоят из седельного тягача и полуприцепа, соединенных опорной связью. Ведущее звено — седельный тягач — в отличие от базовой модели, как правило, не имеет грузонесущей части (бортовой платформы). На его укороченной раме смонтировано полуавтоматическое опорно-сцепное устройство, при помощи которого осуществляется сцепка автомобиля-тягача с полуприцепом, оборудованным шкворнем. Полуприцеп передней частью опирается через него на тягач.

Автопоезда-роспуски состоят из тягача и прицепа-роспуска. У этих автопоездов нагрузка от собственного веса прицепа полностью передается на опорную поверхность через его колеса, а от груза — через колеса прицепа и тягача.

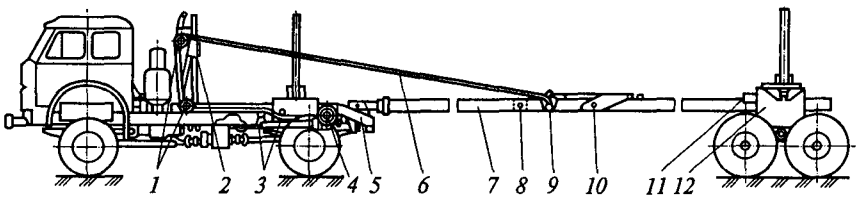
Важнейшим для эксплуатации свойством автопоездов является их делимость, которая дает возможность применять один тягач поочередно с несколькими прицепными звеньями. В некоторых случаях делимость автопоезда может значительно ускорить погрузочно-разгрузочные работы (особенно при использовании седельных тягачей).

Повышение полной массы и числа звеньев автопоезда связано с необходимостью увеличения мощности двигателя, совершенствования конструкции трансмиссии, повышением тягово-сцепных свойств, в том числе за счет применения активных приводов прицепов.

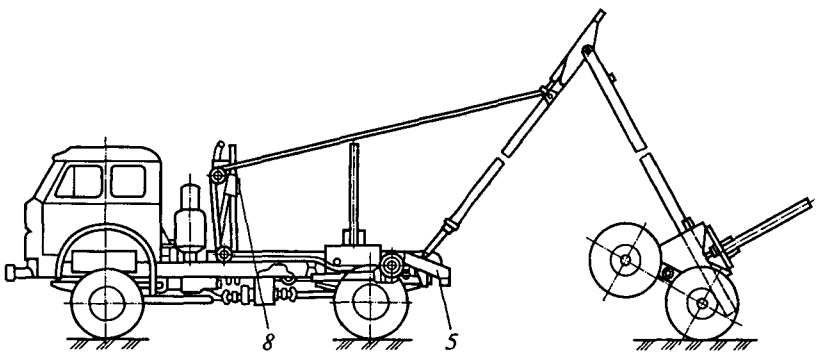
Рациональный состав автопоездов определяется как техническими, так и эксплуатационными факторами. К первым относится соответствие технических параметров сочленяемых звеньев автопоезда по их мощности, грузоподъемности и конструкции, а ко вторым — дорожные условия и принятая организация перевозок.

Перевозка лесоматериалов. Около 80 % общего объема заготовляемой древесины вывозится с лесосек автомобильными поездами. Перевозимый с лесозаготовительных пунктов лес подразделяется на коротье (длина до 3 м) и длинномер (3... 12 м и более). При этом длинномер может быть в виде деревьев с кронами, хлыста (ствола, очищенного от веток) или бревен.

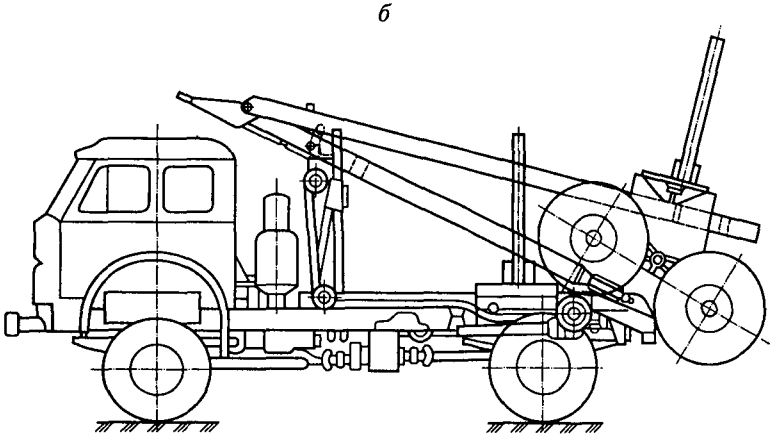
В связи с тяжелыми дорожными условиями эксплуатации и повышенной проходимостью применяющихся в составе автопоездов автомобилей-тягачей полная масса автопоездов должна обеспечивать коэффициент сцепного веса не ниже 0,45. Поскольку возможность реализации высоких скоростей движения лесовозных автопоездов ограничена тяжелыми дорожными условиями, их максимальная скорость 16... 20 м/с. В связи с этим удовлетворительные тягово-динамические свойства лесовозных автопоездов обеспечиваются при относительно небольшой удельной мощности автопоезда (4,5... 5,5 кВт/т). Реализация более высокой удельной мощности автопоездов на лесовозных дорогах затруднена вследствие интенсивных колебаний из-за неровностей дороги.



а



б



в

Рис. 3.2. Схема погрузки прицепа-роспуска на шасси автомобиля-тягача МАЗ-509А:

а — общий вид автопоезда перед началом погрузки; *б* — погрузка прицепа-роспуска на шасси тягача; *в* — общий вид автопоезда с погруженным роспуском на шасси тягача; *1* — направляющие блоки; *2* — замок, удерживающий дышло в гнезде ограждения; *3* — обводные ролики; *4* — погрузочная лебедка; *5* — накатные плоскости тягача; *6* — тяговый трос; *7* — дышло; *8* — гнездо крепления троса; *9* — шкворень крепления тягового троса к дышлу; *10* — фиксирующий шкворень шарнира дышла; *11* — фиксирующее замковое устройство роспуска; *12* — роспуск

Минимальная скорость движения лесовозных автопоездов также может быть меньше, чем автопоездов общетранспортного назначения, для обеспечения преодоления тяжелых участков дороги и маневрирования в этих условиях. С учетом этого устойчивая минимальная скорость движения лесовозных автопоездов, соответствующая средней частоте вращения коленчатого вала двигателя, должна составлять 0,8... 1,5 м/с.

Указанные пределы максимальной и минимальной скоростей движения автопоездов учитывают при определении диапазона передаточных чисел трансмиссий. Для улучшения проходимости лесовозных автопоездов и более полного использования крутящего момента двигателя, подводимого к ведущим мостам тягача, целесообразно применение межосевых несимметричных дифференциалов с возможностью блокировки. При компоновке полноприводного лесовозного тягача большое внимание уделяют выбору размеров колес и оптимального числа ведущих мостов. Последние существенно влияют на проходимость и тягово-сцепные свойства автомобиля, особенно при движении по грунтам с низкой несущей способностью. Полноприводные лесовозные автомобили должны иметь трансмиссии, максимально унифицированные с трансмиссиями базовых автомобилей общего назначения.

Для размещения и удержания перевозимого лесоматериала, погрузки роспуска на шасси и перевозки его при порожнем пробеге лесовозные автомобили должны оснащаться специальным оборудованием, в состав которого входят коник (поворотное устройство, через которое нагрузка от размещенного на нем леса передается на подкониковую раму и раму автомобиля), тягово-сцепное устройство, ограждение кабины, запорное устройство дышла, а также агрегаты с приводом от двигателя автомобиля для выполнения всего комплекса или части лесозаготовительных работ (трелевка, погрузка и т.д.).

Прицеп-роспуск лесовозного автопоезда должен иметь дышло различной длины. Дышло меньшей длины предназначено для перевозки хлыстов длиной до 22 м, раздвинутое дышло — для вывозки хлыстов длиной более 22 м.

Прицеп-роспуск лесовозных автопоездов при движении без груза перевозится на раме автомобиля. На рис. 3.2 показана схема погрузки прицепа-роспуска на шасси автомобиля-тягача МАЗ-509А. Перевозка прицепов-роспусков на шасси автомобиля-тягача позволяет при увеличении средней скорости движения улучшить плавность хода автомобиля без груза, его маневренность, а также уменьшить скорость изнашивания шин роспуска.

Перевозка строительных конструкций. Наиболее массовыми элементами жилых зданий и промышленных сооружений, изготавливаемыми заводами железобетонных изделий, являются стеновые и перегородочные панели, плиты перекрытий, фундаментные бло-

ки, фермы и другие крупноразмерные строительные детали. Типоразмерный ряд специализированных автотранспортных средств для перевозки сборных железобетонных изделий регламентирует основные габаритные размеры, материалоемкость и конструктивные схемы машин. Типоразмерным рядом установлены пять типов специализированных автотранспортных средств, обеспечивающих транспортирование существующих и перспективных железобетонных изделий: панелевозы, фермовозы, плитовозы, блоковозы, сантехкабиновозы.

Конструктивные схемы для каждого типоразмера учитывают возможность наиболее полного использования номинальной грузоподъемности автотранспортного средства; возможность его использования для перевозки нескольких видов железобетонных конструкций; обеспечение безопасности и сохранности железобетонных изделий при их транспортировании.

При перевозке стеновых панелей и перегородок необходимо соблюдать следующие условия: во избежание поломок панели должны устанавливаться вертикально или под углом не более 8...12° к вертикали и надежно закрепляться; размещение панелей при транспортировании должно обеспечивать их выгрузку в любой последовательности; при перевозке облицованных панелей необходимо исключать возможность их трения между собой.

Основные требования к конструкции панелевозов следующие: приспособленность для перевозки панелей в вертикальном или близком к нему положении; небольшая погрузочная высота (не более 0,8 м), обеспечивающая перевозку панелей с транспортным габаритным размером 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 с механическими фиксаторами и с управлением из кабины тягача; полуприцепы-панелевозы с увеличенной базой должны иметь поворотную систему задней тележки с приводом от автомобиля-тягача; обеспечение защиты панелей от механических повреждений и загрязнений.

Для транспортирования широко применяемых в строительстве промышленных зданий и сооружений железобетонных ферм длиной 12...24 м используют 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, транспортирование которых допускается на

автопоездах, состоящих из автомобиля-тягача и прицепа-роспуска. Современные фермовозы представляют собой полуприцепы скелетной конструкции кассетного типа. Основные требования к ним следующие: 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.

Полуприцепы-плитовозы предназначены для транспортирования железобетонных плит покрытий и перекрытий, а также колонн, балок, свай и других строительных конструкций. Типажом предусмотрено четыре типоразмера полуприцепов-плитовозов: одноосный для плит длиной до 6 м; два двухосных с управляемой тележкой для плит, балок и колонн длиной 12 и 18 м; трехосный с управляемой тележкой для плит, балок и колонн длиной до 24 м. Такие полуприцепы должны иметь специальную оснастку для перевозки плит шириной до 3 м, позволяющую уменьшить габаритную ширину транспортного средства до 2,5 м при движении без груза, а также специальные коники и приспособления для крепления при перевозке свай, колонн, балок.

3.3. Перевозка грузов в контейнерах

Важнейшим направлением в совершенствовании транспортного процесса при доставке многих грузов является внедрение контейнерных и пакетных перевозок. Применение контейнеров различного типа позволяет механизировать погрузочно-разгрузочные работы, сократить простои автомобиля под погрузкой и разгрузкой, снизить затраты на перевозку и погрузочно-разгрузочные операции, довести до минимума потери грузов в пути, уменьшить затраты на тару и упаковку грузов.

Грузовым контейнером называется единица транспортного оборудования многократного применения, предназначенная для перевозки и временного хранения груза без промежуточных перегрузок, удобная для механизированной загрузки и выгрузки грузов, оборудованная приспособлениями для механизированной погрузки, установки и снятия ее с транспортного средства, внутренним объемом, равным 1 $м^3$ и более.

Основными параметрами контейнера являются максимальная масса брутто, равная сумме собственной массы контейнера и допустимой массы груза, который может быть загружен в контейнер; масса порожнего контейнера; грузоподъемность и др. Основные размеры контейнера следующие: габаритные размеры; размеры дверного проема; размеры горловин специализированных контейнеров и т.д.

Поддон — приспособление в виде прямоугольной площадки установленных размеров, на которой формируется пакет груза, с

надстройками или без них. Конструкция поддона должна обеспечивать надежность и удобство в эксплуатации, сохранность грузов при транспортировании, возможность механизации погрузочно-разгрузочных работ, безопасность при перегрузочных операциях.

Основные типоразмеры плоских поддонов определены ГОСТ 9078—84 «Поддоны плоские. Общие технические условия». Наибольшее распространение получили деревянные поддоны с размерами в плане 800×1 200 и 1 000×1 200 мм максимальной грузоподъемностью 10 и 12,5 кН. В условное обозначение стандартного плоского поддона входят тип, основные размеры, грузоподъемность, материал.

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

Перевозка в контейнерах и поддонах дает значительный 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, 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 числа перегрузок, предохранения грузов от воздействий атмосферных факторов. Наконец, контейнеры могут использоваться для кратковременного хранения груза, что снижает потребность в крытых складских помещениях.

Особенности перевозки грузов в контейнерах и на поддонах заключаются в следующем: снижение использования грузоподъемности автомобиля; увеличение высоты центра тяжести груженого транспортного средства, что ухудшает боковую устойчивость автомобиля и прицепа; усложнение управления автомобилем и автопоездом; повышение утомляемости водителя; раскачивание на неровных дорогах транспортного средства, приводящее к увеличению неравномерности нагрузки на ходовую часть и шины; увеличение габаритной высоты груженого контейнерами транспортного средства; увеличение расхода топлива вследствие повышения аэродинамического сопротивления движению.

Наиболее эффективным видом транспортного средства для контейнерных перевозок, обеспечивающим наилучшую маневренность при необходимой грузоподъемности, являются автопоезда, состоящие из седельного тягача и специализированного низкорамного полуприцепа.

К полуприцепам-контейнеровозам предъявляют следующие специфические требования:

• погрузочная высота, габаритные размеры, собственная масса полуприцепа, длина и ширина грузовой платформы должны быть стандартными;

• полуприцепы должны иметь ровные опорные поверхности;

• конструкция полуприцепа-контейнеровоза должна обеспечивать возможность выполнения грузовых операций по установке и снятию контейнеров с помощью грузоподъемных машин, оснащенных захватами;

• конструкция полуприцепа должна быть приспособлена для загрузки и выгрузки груза вручную, а при перевозке одиночных крупнотоннажных контейнеров — вилочными погрузчиками полной массой 3,5 т путем заезда их внутрь контейнера со специальных эстакад;

• полуприцепы для перевозки контейнеров должны быть снабжены устройствами для их фиксации и крепления.

Расширение пакетных и контейнерных перевозок вовлекает в их сферу все большее число предприятий с небольшим грузооборотом, где установка и содержание подъемно-транспортного оборудования экономически нецелесообразно. В этих условиях повышение уровня механизации погрузочно-разгрузочных работ может быть достигнуто за счет использования автотранспортных средств, оборудованных необходимыми грузоподъемными устройствами.

Параметры и типы наиболее распространенных грузоподъемных устройств стандартизованы: УГБ — грузоподъемный борт; УКК — кран стреловой консольный; УКП — кран портальный и др.

Наибольшее распространение получили автомобили с задним расположением грузоподъемного борта (рис. 3.3). Установка грузоподъемного борта сбоку автомобиля выполняется значительно реже. В обоих случаях подъемный механизм должен обеспечивать горизонтальное перемещение грузонесущего узла при подъеме (опускании) его от уровня земли до уровня пола кузова и наоборот. В транспортном положении грузонесущий узел поднимается в вертикальное положение и выполняет в отдельных случаях функции заднего борта или двери кузова, задвигается по направляющим в нишу под кузовом или в сложенном состоянии опускается под раму автомобиля.

Консольный стреловой кран типа УКК (рис. 3.4), устанавливаемый на раме автомобиля или полуприцепа, применяется при перевозке с механизированной погрузкой-разгрузкой малотоннажных контейнеров и других штучных грузов. К автомобилям, оборудованным консольными кранами, предъявляют следующие дополнительные требования:

• обязательным является использование гидравлического привода крана;

• отбор мощности для привода крана должен осуществляться от двигателя или агрегатов трансмиссии, при этом должна обеспечиваться непрерывная работа крана в течение не менее 1 ч;

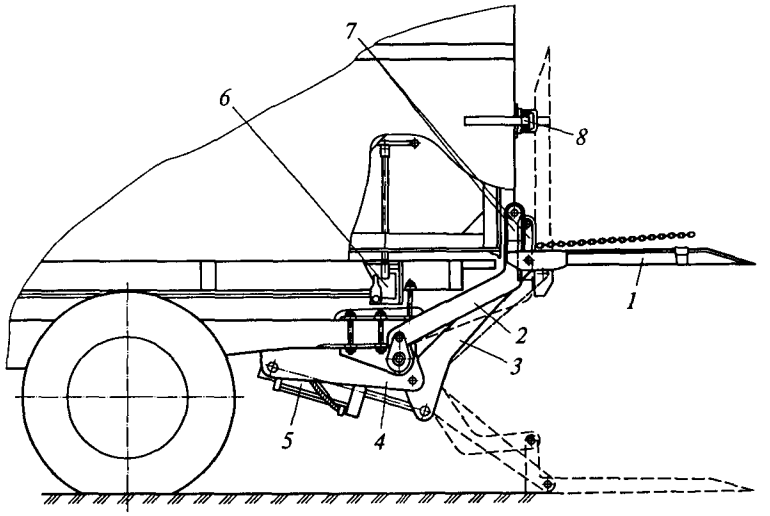


Рис. 3.3. Грузоподъемный борт АПС-62Ф для автомобиля-фургона ГЗСА-891:

1 — грузовая платформа; *2* — направляющие рычаги; *3* — подъемная рама; *4* — корпус; *5* — гидроцилиндр; *6* — кран; *7* — промежуточные звенья; *8* — защелка

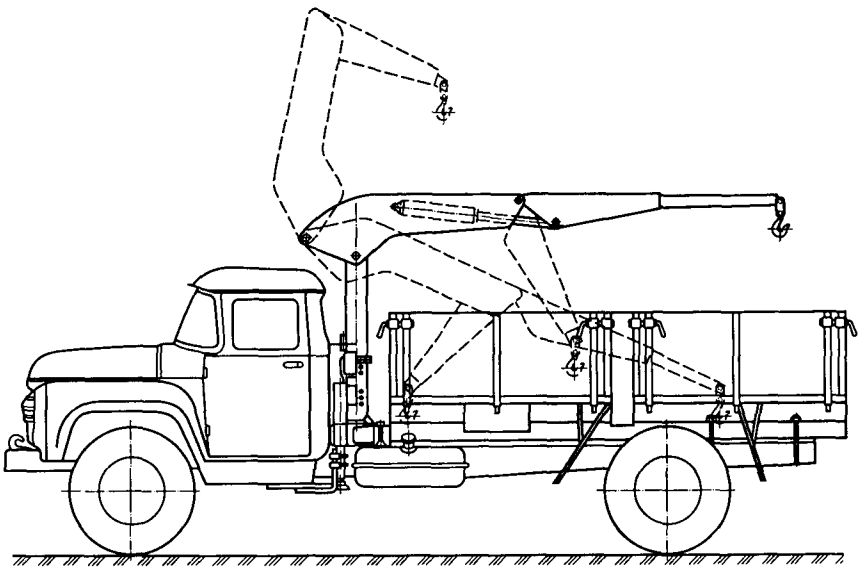


Рис. 3.4. Общий вид автомобиля с консольным краном

• управление краном производится с обеих сторон платформы с помощью рукояток, автоматически возвращающихся в нейтральное положение, при котором движение механизмов прекращается;

• в конструкции крана предусматривают устройства регулирования скорости движения груза; устройства, предотвращающие падение груза при отказе в работе крана или обрыве трубопроводов; устройства, предупреждающие перегрузки крана; опорные устройства, если не обеспечивается устойчивость крана при крене колонны от вертикального положения свыше 3°;

• установленные на автомобильном подвижном составе краны не должны выходить за габаритные размеры по длине и ширине автомобиля;

• время перевода крана из транспортного положения в рабочее не более 5 мин.

Портальные краны типа УКП (рис. 3.5), устанавливаемые на раме автомобиля или полуприцепа, применяют при перевозках с механизированной погрузкой-разгрузкой средне- и малотоннажных контейнеров и других штучных грузов, в том числе пакетированных.

На автомобилях, оборудованных портальными кранами, должны обеспечиваться:

соответствие параметров и технических характеристик кранов действующим стандартам;

возможность перемещения крюка в поперечной плоскости автомобиля в целях наиболее равномерного размещения контейнеров на платформе;

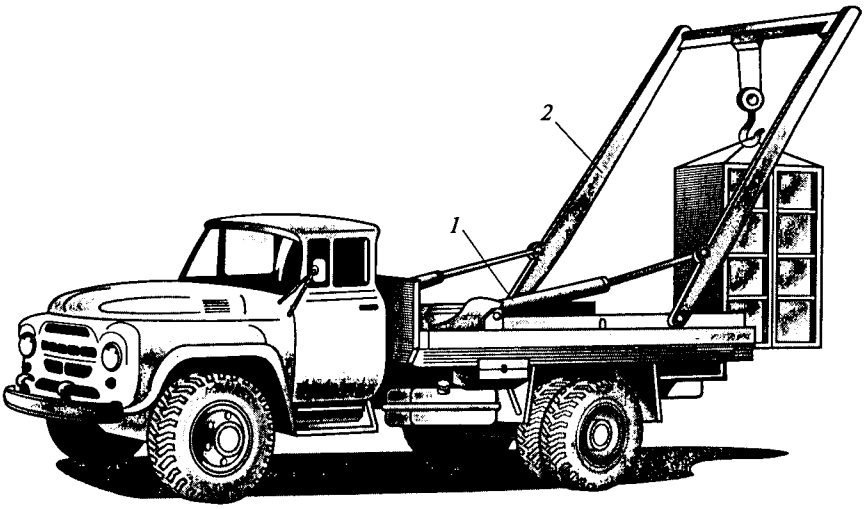


Рис. 3.5. Автомобиль с портальным краном:
1 — гидроцилиндр; *2* — портал

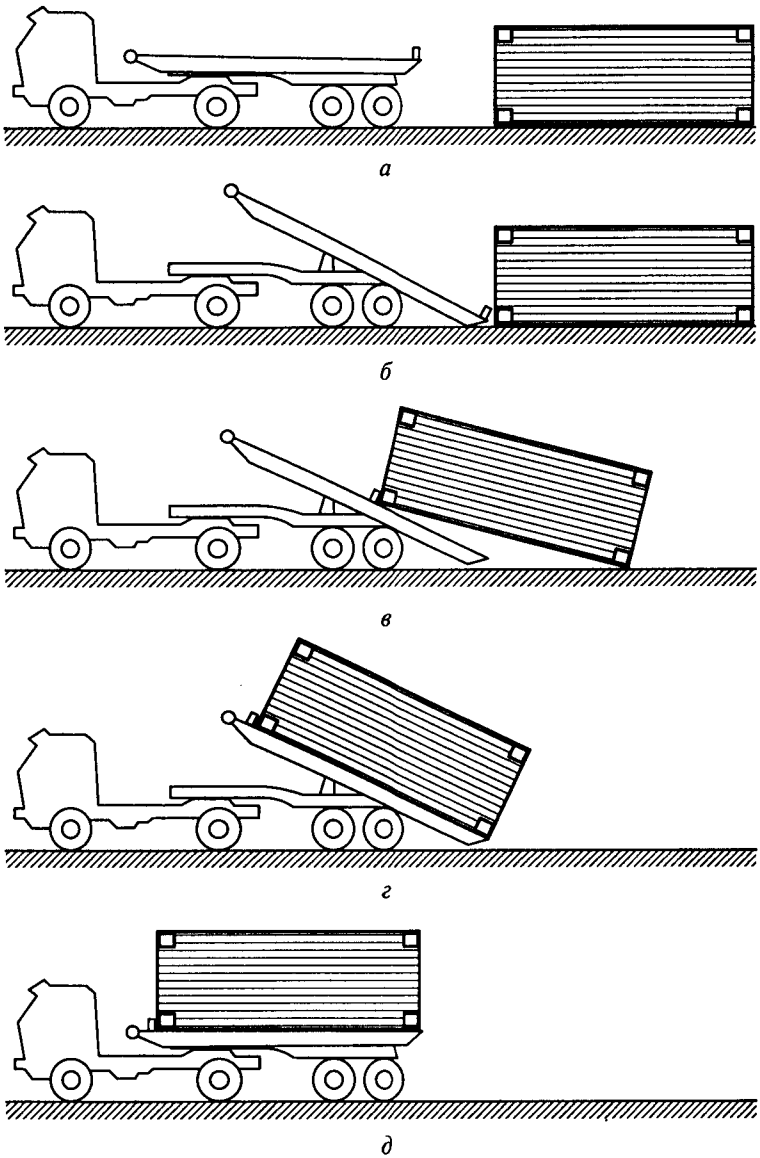


Рис. 3.6. Схема погрузки контейнера на полуприцеп при помощи системы Multilift:

а—д — последовательность погрузки

неподвижное положение портала в транспортном положении с помощью упора и надежная фиксация контейнеров;

устойчивость автомобиля при погрузке-разгрузке контейнеров в случае необходимости с помощью дополнительных опор.

Промышленностью разработаны и выпускаются автомобили с портальными кранами на базе автомобилей ГАЗ, ЗИЛ, КамАЗ и др.

Для погрузки-разгрузки крупнотоннажных контейнеров используют устройства лебедочного типа. Самопогрузчик системы Multilift включает в себя надрамник, устанавливаемый на шасси и перемещающийся вперед и назад гидроцилиндром; 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.

На рис. 3.6 показана схема погрузки контейнера на полуприцеп с помощью системы Multilift. После подачи полуприцепа задним ходом к контейнеру на расстояние приблизительно 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.

3.4. Особенности эксплуатации и требования к конструкции пассажирских автомобилей

Автомобильный транспорт как один из видов наземного транспорта получил наибольшее распространение и занимает ведущее положение в перевозках пассажиров.

Автомобильный транспорт рассматривается как единственное средство, способное обеспечить транспортные связи всех населенных пунктов друг с другом (принцип обслуживания территорий, а не линий). Особое значение придается развитию автомобильных перевозок пассажиров в сельской местности, которые могут осуществляться при условии развития дорожной сети и автомобилизации населения.

Автомобильное пассажирское сообщение транспорта общего пользования подразделяют на автобусное и таксомоторное. Подвижной состав автомобильного пассажирского транспорта подразделяется соответственно на автобусы и легковые автомобили.

Развитие автомобилестроения направлено на повышение дорожной и экологической безопасности, надежности, скорости движения и комфортабельности подвижного состава, стандартизацию и унификацию узлов и агрегатов, снижение затрат на техническую эксплуатацию.

Городские автобусные перевозки. Достоинствами автобуса являются высокая эксплуатационная мобильность, возможность быстрого изменения трассы маршрута, наличие достаточно широкого

диапазона пассажировместимости подвижного состава, минимальные помехи движению других транспортных средств. Развитие городских автобусных перевозок в значительной степени зависит от того, в какой мере конструкция городского автобуса удовлетворяет требованиям условий эксплуатации.

Основными особенностями, характеризующими условия эксплуатации городских автобусов, являются следующие:

- 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 времени на посадку-высадку;
- регулярность перевозок, по расписанию с небольшими интервалами движения (3...10 мин), постоянство маршрутов при небольшой их длине (3...20 км);
- небольшие расстояния между остановочными пунктами маршрута (в застроенной части города 300...500 м) и наличие большого числа перекрестков, что обусловливает частые остановки и, как следствие, определяет преимущественно неустановившиеся режимы движения;
- интенсивное движение, часто в стесненных условиях; на маршруте имеет место большое число поворотов малого радиуса; максимальная скорость ограничена правилами дорожного движения, а также интенсивностью движения на улицах;
- интенсивная эксплуатация, характеризуемая значительным (250 км и более) среднесуточным пробегом маршрутных городских автобусов.

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

Городские автобусы должны обладать высокими динамическими, тормозными качествами и обеспечивать безопасность как пассажиров, так и других участников дорожного движения.

Значительные колебания мощности пассажиропотоков на городских маршрутах в течение суток, а также разная их величина на маршрутах в городах с различной численностью населения вызывают необходимость выпуска городских автобусов разной вместимости: малой, средней, большой и особо большой. Наличие мощных пассажиропотоков больших и средних городов требует автобусов большой вместимости.

Для увеличения вместимости автобусов используют сочлененные и двухэтажные автобусы.

Большое значение имеет планировка пассажирского салона, порядок размещения и размеры сидений, число и ширина дверей. Увеличению общей вместимости городских автобусов способствует введение трехрядной планировки сидений, наличие накопительных площадок на входе и выходе.

При расчете кузова и ходовой части автобуса необходимо исходить из имеющих место перегрузок в часы пик, когда наполнение автобуса может составить 10 чел./м^2 свободной площади пассажирского салона.

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 устраивать не более двух ступенек на входе и выходе.

Несмотря на кратковременность пребывания пассажира в городском автобусе, конструкция последнего должна обеспечивать высокую комфортность поездки, что достигается за счет увеличения числа удобных мест для сидения. В современных городских автобусах число мест для сидения составляет около 30...40 % общей вместимости. При этом сиденья проектируют ограниченных размеров, устанавливают их с минимальным шагом. По мере насыщения автобусного парка городские автобусы будут конструироваться с бóльшим 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.

Более высокие требования предъявляют 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 и т.д.

Пригородные автобусные перевозки. К пригородным автобусным перевозкам относятся массовые перевозки пассажиров в пригородных зонах (на расстояние до 50 км). Для таких перевозок характерно следующее: большие колебания пассажиропотока в течение суток, с резким возрастанием в периоды поездок на работу и обратно, а также в предвыходные и выходные дни при массовых выездах населения в зоны отдыха, на пригородные участки, в сады и т.д., когда имеет место явно выраженный односторонний пассажиропоток; длина маршрута 20...25 км, наибольшая до 50 км; средняя дальность поездки пассажира 10...12 км; худшие дорожные условия.

Конструкция пригородных автобусов должна удовлетворять требованиям, вытекающим из особенностей эксплуатации. Число мест для сидения в пригородных автобусах должно быть больше, чем в

городских. В пассажирском салоне предусматривают места для размещения багажа, сетки над сиденьями для ручной клади. Нет необходимости в широких проходах, вместительных накопительных площадках, число дверей можно уменьшить и выполнять их у́же. К пригородным автобусам предъявляют менее жесткие требования в отношении динамичности, однако их максимальная скорость должна быть больше, чем у городских автобусов. Повышенные требования предъявляют к проходимости и подвеске пригородных автобусов.

Сельские пассажирские перевозки. К этому виду относятся внутрирайонные и межрайонные перевозки пассажиров. Характерными их особенностями являются следующие: 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 себя в основном автобусы малой и средней вместимости, повышенной и высокой проходимости. Для сельских перевозок требуются специальные школьные автобусы, грузопассажирские различной вместимости, автобусные поезда. Назначение автобусных поездов может быть многоцелевым. Например, автомобиль-тягач, оставивший на поле фермы полуприцеп, может использоваться для выполнения различных сельскохозяйственных работ; полуприцеп может использоваться 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 и проходимость, кузов и его основание должны отличаться повышенной прочностью, салон — повышенной герметичностью.

Междугородные и туристские автобусные перевозки. Для междугородных автобусных перевозок характерно следующее: дальность поездки пассажиров в среднем 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; автомобильные дороги преимущественно с усовершенствованными покрытиями.

Конструкция автобуса для междугородных перевозок должна обеспечивать высокий уровень комфорта для пассажиров в пути следования, в том числе в ночное время, что достигается за счет высокой плавности хода, обеспечивающей хорошее самочувствие пассажиров при длительном безостановочном движении с высокой скоростью; наличия удобных и просторных сидений для пассажиров, имеющих спинку со специальным подголовником, под-

локотниками и механизмом регулирования наклона спинки; наличия просторных отсеков для перевозки багажа, специальных сеток над сиденьями пассажиров для легкой ручной клади; хорошей вентиляции или установок кондиционирования воздуха; надежной герметизации салона, предотвращающей проникновение в него пыли и выхлопных газов от двигателя. Желательно заднее расположение двигателя, общее и индивидуальное освещение, радиофикация, установка в салоне телевизора.

Туристские автобусы, в качестве которых целесообразно использовать полутораэтажные автобусы, должны отвечать тем же требованиям, что и междугородные, но дополнительно оборудоваться отсеками для багажа большего объема, спальными местами и туалетом.

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

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; значительная скорость перемещения.

Для легковых автомобилей-такси характерно следующее:

- использование в течение 10...14 ч в сутки во все дни недели с большими среднесуточными (до 300 км) и годовыми (до 80 000 км) пробегами;
- среднесуточное число 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: число включений-выключений сцепления и переключений передач — 6,5, торможений — 4,4. Кроме того, за рабочий день водитель 250—300 раз пускает двигатель, 100—150 раз открывает и закрывает дверь, что приводит к более интенсивному изнашиванию автомобилей-такси.

В качестве легковых автомобилей-такси чаще всего используют пяти- и семиместные автомобили ГАЗ. Неприспособленность таких автомобилей для таксомоторных перевозок сказывается в неудобстве посадки и высадки пассажиров, перевозки багажа, в том, что место водителя не изолировано от пассажиров. 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 вмести-

мости для четырех—шести пассажиров (дополнительный тип). Место водителя должно быть изолировано от пассажирского салона перегородкой. Рядом с местом водителя целесообразно располагать багажное отделение и откидное сиденье, 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 предъявляют к автомобилям-такси в отношении их динамичности, 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, ТО и ремонт, обеспечивая снижение себестоимости перевозок.

ГЛАВА 4
ДИАГНОСТИКА, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ

4.1. Диагностирование технического состояния автомобиля

Техническое диагностирование (ГОСТ 20911—89 «Техническая диагностика. Термины и определения») — процесс определения технического состояния объекта диагностирования без его разборки. Техническое диагностирование способствует повышению надежности автомобилей за счет своевременного назначения воздействий при проведении ТО или ремонта и предупреждения возникновения отказов и неисправностей; повышению долговечности агрегатов, узлов за счет сокращения числа 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.

Различают следующие виды диагностирования автомобилей:

- *встроенное диагностирование*, когда информация выводится на приборную панель автомобиля, например момент изнашивания тормозных накладок до предельного состояния;
- *экспресс-диагностирование*, когда за минимальный промежуток времени, обычно в автоматическом режиме, определяется одно из значений технического состояния (исправен — неисправен) без выдачи информации о конкретной причине неисправности, например контроль давления воздуха в шине по ее деформации;
- *общее диагностирование*, предназначенное для контроля механизмов, обеспечивающих безопасность движения автомобиля;
- *поэлементное диагностирование*, когда диагностический прибор подсоединяется к каждому контролируемому агрегату (системе) и проверяются все его параметры; предназначается для выявления скрытых неисправностей узлов и агрегатов автомобиля, устранение которых требует выполнения регулировочных и ремонтных работ большой трудоемкости.

На современных автомобилях получило распространение *электронное сканирование* (опрос) специальных датчиков, регистрирующих параметры процессов, происходящих при работе автомобиля.

Методы диагностирования технического состояния автомобилей, агрегатов характеризуются физической сущностью и способом измерения диагностических параметров, наиболее приемлемых для использования в зависимости от задачи диагностирования. В на-

Рис. 4.1. Классификация методов диагностирования автомобилей

стоящее время выделяют три основные группы методов диагностирования (рис. 4.1).

Методы первой группы базируются на имитации скоростных и нагрузочных режимов работы автомобиля, определении при заданных условиях выходных параметров и сравнении их количественных значений с эталонными. Диагностирование проводится с использованием стендов с беговыми барабанами или непосредственно в процессе работы автомобиля. Методы широко применяют для общей оценки технического состояния автомобилей и агрегатов.

Вторая группа методов основывается на объективной оценке геометрических параметров (зазор, люфт, свободный ход, смещение и т.д.). Метод применим, когда указанные параметры легкодоступны для непосредственного измерения.

К методам диагностирования по параметрам сопутствующих процессов (третья группа) относятся следующие:

• методы диагностирования по герметичности рабочих объемов. Сущность процесса диагностирования заключается в создании в контролируемом объеме избыточного давления (или разрежения) и в оценке интенсивности его снижения. Таким методом диагностируют цилиндропоршневую группу двигателя, пневматические приводы тормозов и др.;

• тепловой метод, заключающийся в определении параметров, характеризующих количество теплоты, выделяемой в результате протекания процессов сгорания, работы сил трения при заданных скоростном и нагрузочном режимах. Такими параметрами могут быть температура нагрева, скорость ее изменения. Метод может применяться для диагностирования двигателя, агрегатов трансмиссии, подшипниковых узлов, однако широкого применения на автомобильном транспорте пока не нашел;

• методы диагностирования узлов, систем по параметрам колебательных процессов. Методы широко используют при создании средств технического диагностирования автомобилей, их можно разделить на методы оценки колебаний напряжения в электрических цепях (на этой основе созданы мотор-тестеры), параметров виброакустических сигналов, получаемых при работе зубчатых зацеплений, клапанных механизмов, подшипников и т.д.; пульсации давления в трубопроводах (на этой основе созданы дизель-тестеры для диагностирования дизельной топливной аппаратуры);

• методы, оценивающие состояние узлов и агрегатов по физико-химическому составу отработавших эксплуатационных материалов. Например, простейший экспресс-анализ отработавшего масла на загрязнение, спектральный анализ проб масел, в результате проведения которого по наличию и концентрации различных химических элементов в масле можно установить работоспособность отдельных узлов и сопряжений агрегата. Если в пробе картерного масла двигателя имеется высокое содержание свинца, имеет место износ вкладышей шатунных и коренных подшипников, если высокое содержание железа — износ гильз цилиндров, если высокое содержание кремния — засорение воздушного фильтра и т.д.

Средства технического диагностирования (СТД) представляют собой технические устройства, предназначенные для измерения количественных значений диагностических параметров. В их состав входят в различных комбинациях следующие основные элементы: устройства, задающие тестовый режим; датчики, воспринимающие диагностические параметры и преобразующие их в сигнал, удобный для обработки или непосредственного использования; измерительное устройство и устройство отображения результатов (стрелочные приборы, цифровые индикаторы, экран осциллографа). Кроме того, СТД может включать в себя устройства автоматизации задания и поддержания тестового режима, измерения параметров и автоматизированное логическое устройство, осуществляющее постановку диагноза. По взаимодействию с объектом диагностирования СТД можно разделить на три вида (рис. 4.2).

Внешние СТД, т.е. не входящие в конструкцию автомобиля, в зависимости от их устройства и технологического назначения могут быть стационарными или переносными. Стационарные стенды устанавливают на фундаменты, как правило, в специальных по-

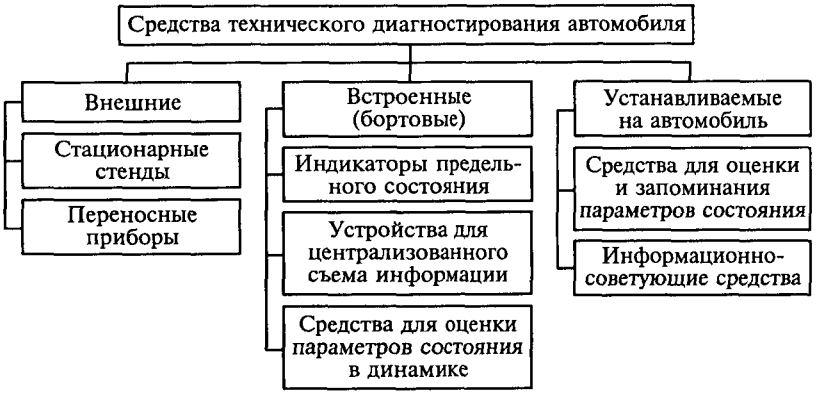


Рис. 4.2. Классификация средств технического диагностирования автомобилей

мещениях, оборудованных отсосом отработавших газов, вентиляцией, шумоизоляцией (тормозной стенд, стенд для проверки углов установки колес и др.). Переносные приборы используют как в комплексе со стационарными стендами, так и отдельно для локализации и уточнения неисправностей на специализированных участках и постах ТО и ремонта (газоанализаторы, тестеры, сканеры и т.п.).

Встроенные (*бортовые*) СТД включают в себя входящие в конструкцию автомобиля датчики, устройства измерения, микропроцессоры и устройства отображения диагностической информации, осуществляющие контроль непрерывно или периодически по определенной программе. Наличие таких средств позволяет своевременно выявлять наступление предотказных состояний и назначать проведение предупредительных воздействий по фактическому состоянию. Широкое использование встроенных СТД на автомобилях массового выпуска ограничивается их надежностью и экономическими соображениями.

В последние годы получили распространение вместо встроенных СТД так называемые *устанавливаемые* СТД (УСТД), которые отличаются от встроенных конструктивным исполнением средств обработки, хранения и выдачи информации, выполняемых в виде блока, который устанавливается на автомобиль периодически. Поскольку плановые и заявочные диагностирования автомобиля проводятся относительно редко, это позволяет иметь значительно меньшее число УСТД по сравнению со встроенными, что экономически выгоднее.

Как правило, используют два способа диагностирования. При первом способе в процессе диагностирования на объект диагностирования, не находящийся в рабочем состоянии, производят

определенные механические, электрические, гидравлические и другие воздействия и с помощью датчиков фиксируют его реакцию в виде диагностического сигнала. При втором способе объект диагностирования выводят на заданный режим работы и также с помощью датчиков принимают от него сигналы, характеризующие диагностические параметры. Сигналы преобразуются (модулируются) в электрические, например, с помощью аналого-цифрового преобразователя и аналогового мультипликатора, поступают непосредственно в средства отображения информации и считываются оператором или в микропроцессор (микропроцессоры), где с учетом информации, содержащейся в блоке памяти, осуществляется анализ, а в ряде случаев и прогноз. Полученная информация передается в средства отображения.

В ряде диагностических приборов на дисплее может выдаваться рекомендация по конкретному перечню работ, которые необходимо выполнить по данному автомобилю. В блоке памяти могут содержаться сведения о предыдущем контроле данного автомобиля, что позволяет проследить динамику изменения диагностических параметров и дать прогноз наработок до предельно допустимого и предельного значений параметров технического состояния.

4.2. Диагностика двигателя, трансмиссии и ходовой части

Двигатель — наиболее сложный и важный агрегат, от состояния которого зависят многие технические и экономические показатели работы автомобиля. При контрольном осмотре двигателя, его систем и механизмов выявляют наличие подтеканий масла, топлива, охлаждающей жидкости, производят проверку работы двигателя (легкость пуска, наличие резких шумов, стуков, дымление на выпуске и т.д.), проверяют также равномерность и устойчивость работы двигателя при разной частоте вращения коленчатого вала, плотность соединений системы выпуска, показания контрольных приборов.

После контрольного осмотра производят общее диагностирование двигателя. Диагностическими параметрами являются мощностные и экономические показатели, которые определяют с помощью динамометрических стендов, позволяющих создавать соответствующие скоростной и нагрузочный режимы двигателя. Замеренные значения диагностических параметров позволяют судить о степени пригодности двигателя к дальнейшей эксплуатации. Если значения диагностических параметров окажутся за пределами допустимых, проводят поэлементное диагностирование систем, механизмов двигателя.

Характерными неисправностями *кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов* являются предельный износ цилинд-

ров, поршневых 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. Самым простым приемом диагностирования двигателя по стукам и шумам является прослушивание их с помощью стетоскопов.

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).

Для определения герметичности сопряжений цилиндропоршневой группы и клапанов используют пневмотестер, принцип работы которого основан на измерении утечки воздуха, вводимого в цилиндр через отверстие для свечи зажигания.

Современные системы впрыска топлива оснащены встроенной диагностической системой со следующими функциями: самодиагностика, функциональное и контрольное испытания. Распознавание неисправности происходит путем непрерывного циклового процесса сравнения показателей датчиков и систем на любых режимах работы с заложенными в блоке управления матрицами рабочих значений данных параметров.

Несоответствие полученного рабочего значения требуемому для заданного режима работы распознается как неисправность, о чем водитель информируется характерным сигналом на рабочей панели автомобиля. Появление сигнала (сигналов) говорит о необходимости оперативного считывания и распознавания характера неисправности или отказа элемента автомобиля с использованием средств внутреннего диагностирования (если они предусмотрены в конструкции автомобиля) либо через подключение внешнего диагностического оборудования.

Доступ к диагностической системе осуществляется через гнездо (разъем) на диагностическом блоке при включенном зажигании. Самодиагностика предназначена для оперативного считывания информации о неисправностях и отказах, накопленных в процессе текущей эксплуатации автомобиля. Для накопления информации о неисправностях используют встроенный диагностический блок управления, который способен запоминать 3—4 неисправности

одновременно (общее число неисправностей, которые могут быть обнаружены, составляет 13—15).

Функция самодиагностики заложена в электронный блок управления работой двигателя, через который посредством внутрисистемного информационного обмена самодиагностика может быть применена и для других систем штатного электронного контроля работы автомобиля (автоматическая коробка передач, антиблокировочная система тормозов, противобуксовочная система ведущих колес, климат-контроль и др.).

Диагностирование агрегатов и механизмов *трансмиссии* осуществляется при ТО или поступлении сведений от водителя об отказах и неисправностях и заключается в контроле суммарных люфтов, легкости переключения передач, уровня шума и вибрации при испытаниях автомобиля на стенде с беговыми барабанами.

При общем диагностировании 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 смазывания и образования больших суммарных зазоров в сопряжениях, обусловливающих значительные динамические нагрузки на детали агрегатов.

При эксплуатации автомобиля, особенно в тяжелых дорожных условиях, в его *ходовой 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 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 относятся контроль состояния шин и доведение до нормы давления 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; балансировка колес; проверка амортизаторов. Контроль углов установки управляемых колес состоит в замерах схождения колес, угла развала и углов поперечного и про-

дольного наклона шкворней. Замерам указанных параметров должна предшествовать проверка зазоров в шкворневых соединениях, люфта подшипников ступиц колес, давления воздуха в шинах.

Основными неисправностями и отказами *рулевого управления* являются предельный износ деталей рулевого механизма, шаровых сочленений тяг и рычагов; ослабление крепления картера рулевого механизма, рулевого колеса и рулевой колонки; предельный износ или разрушение зубьев червяка или ролика.

Диагностирование рулевого управления заключается в определении люфта рулевого колеса и усилия на его ободе, затрачиваемого для поворота. Перед непосредственным контролем 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 контроля люфта рулевого колеса применяют динамометр-люфтомер.

У технически исправного рулевого управления свободный ход рулевого колеса при положении передних колес, соответствующем прямолинейному движению, не должен превышать 10° для легковых автомобилей, 20° для автобусов и 25° для грузовых.

При ТО производят регулировку затяжки шарнирных соединений рулевых тяг, осевого зазора в подшипниках червяка рулевой передачи, в зацеплении ролика и червяка.

Основные неисправности *тормозных механизмов* следующие: предельный износ накладок тормозных колодок и барабанов, а также увеличение зазора между ними; попадание масла на поверхности накладок; заклинивание колодок.

К основным признакам неисправности тормозной системы относятся следующие: увеличение длины пути торможения; стремление автомобиля к заносу при торможении; нагревание тормозных барабанов.

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 поэлементном диагностировании 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 т.д. Общее диагностирование тормозной системы автомобилей может осуществляться при дорожных испытаниях или на специальных стендах.

Диагностирование тормозов при дорожных испытаниях имеет существенные недостатки: тормозной путь зависит от квалификации водителя, покрытия дороги и условий движения; достовер-

ность 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 в большей степени удовлетворяет диагностирование (общее и поэлементное), осуществляемое на специальных стендах. В практике широкое распространение получили силовые стенды, что обусловлено их приспособленностью к поэлементному диагностированию при совмещении диагностических работ с регулировочными, малыми габаритными размерами, относительно невысокой стоимостью и незначительным расходом электроэнергии.

К основным регулировочным работам по тормозной системе при ТО относятся прокачка тормозной системы с гидравлическим приводом, выполняемая при наличии воздуха в системе; регулировка зазора между тормозными накладками и барабаном; регулировка свободного хода педали тормоза; регулировка максимального давления воздуха в системе с пневматическим приводом; регулировка стояночного тормоза и т.д.

4.3. Система технического обслуживания автомобилей

При эксплуатации происходит изменение технического состояния автомобиля и его агрегатов, которое может привести к частичной или полной потере работоспособности. Существуют два способа обеспечения работоспособности автомобилей в эксплуатации при наименьших суммарных материальных и трудовых затратах и потерях времени: поддержание работоспособности, называемое техническим обслуживанием, и восстановление работоспособности, называемое ремонтом.

Действующим Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта определена *планово-предупредительная система ТО и ремонта* агрегатным методом (рис. 4.3). Особенностью этой системы является то, что профилактические работы по подвижному составу проводятся в плановом порядке после установленного пробега или промежутка времени работы подвижного состава, а ремонтные работы, связанные с устранением возникших в процессе эксплуатации отказов и неисправностей, — по потребности.

Основные понятия. *Техническое обслуживание* — это комплекс операций, направленных на поддержание подвижного состава в работоспособном состоянии, надлежащем внешнем виде и санитарном состоянии, обеспечение надежности и экономичной работы, безопасности движения. Основная цель ТО автомобиля состоит в предупреждении и отдалении момента достижения предель-

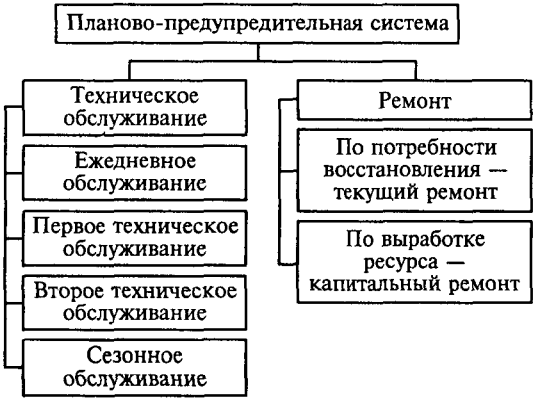


Рис. 4.3. Схема планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта подвижного состава

ного состояния, что обеспечивается предупреждением возникновения отказа путем контроля (диагностирования) и доведения параметров технического состояния автомобиля (агрегата, механизма) до номинальных или близких к ним значений и предупреждением момента наступления отказа в результате уменьшения интенсивности изменения параметра технического состояния, снижения темпа изнашивания сопряженных деталей благодаря проведению смазочных, регулировочных, крепежных и других работ.

Техническое обслуживание по периодичности, перечню и трудоемкости выполняемых работ подразделяется на ежедневное (ЕО), первое (ТО-1), второе (ТО-2) и сезонное (СО) техническое обслуживание.

Основным назначением ЕО является общий контроль технического состояния автомобиля, направленный на обеспечение безопасности движения, поддержание надлежащего внешнего вида, заправка топливом, маслом и охлаждающей жидкостью, а для некоторых видов транспорта и санитарная обработка. Ежедневное обслуживание выполняют после работы подвижного состава и перед выездом его на линию.

При ТО-1 производится диагностирование и обслуживание узлов, обеспечивающих безопасность движения, при ТО-2 — диагностирование и обслуживание элементов, обеспечивающих тягово-экономические свойства автомобиля. Во втором случае все работы проводятся более углубленно с проверкой технического состояния агрегатов и приборов в процессе работы, а если необходимо, со снятием их для проверки на стендах.

Каждый из видов ТО имеет определенную периодичность, трудоемкость (табл. П1 Приложения) и соответствующий перечень операций.

Ежедневное техническое обслуживание включает в себя следующие виды работ:

• контрольные работы: осмотр автомобиля и выявление наружных повреждений, проверка его комплектности, состояния кабины, платформы (кузова), стекол, зеркал заднего вида, капота двигателя и багажника, состояние подвесок, колес, шин и т.д.; контроль действия приборов освещения и сигнализации, стеклоочистителей и т.д.; проверка свободного хода рулевого колеса, герметичности усилителя рулевого управления, приводов тормозов и механизма управления сцепления, систем двигателя, работы агрегатов, узлов, систем и контрольно-измерительных приборов автомобиля на месте и на ходу; проверка состояния и натяжения приводных ремней;

• уборочные и моечные работы: мойка и сушка кабины (салона) и платформы (кузова), в случае необходимости санитарная обработка; протирка зеркал заднего вида, фар, подфарников, указателей поворотов, задних фонарей и стоп-сигналов, стекол кабины, а также номерных знаков;

• смазочные, очистительные и заправочные работы: проверка (доливка) уровня масла в двигателе (в дизелях дополнительно в топливном насосе высокого давления) и ГМП; проверка (доливка) уровня жидкости в системе охлаждения; проверка уровня топлива (заправка); проверка уровня жидкости в гидравлических приводах сцепления и тормозов; заправка бачков омывателей ветрового стекла и фар.

Первое техническое обслуживание включает в себя работы, регламентированные ЕО, а также следующие виды работ:

• контрольно-диагностические, крепежные и регулировочные работы:

проверка крепления двигателя; проверка и при необходимости регулировка содержания угарного газа (оксида углерода CO) в отработавших газах бензиновых двигателей;

очистка и проверка аккумуляторной батареи, генератора, стартера, проверка их крепления и состояния контактных соединений;

проверка крепления основных агрегатов трансмиссии; проверка (регулировка) свободного хода педали сцепления, механизма переключения передач, механизма управления периферийными золотниками в ГМП, люфта в шарнирных и шлицевых соединениях карданной передачи, при необходимости закрепление фланцев карданного вала;

проверка крепления шаровых пальцев, рычагов поворотных цапф, шарниров рулевых тяг и т.д.; проверка люфта подшипников ступиц колес;

проверка (регулировка) эффективности действия рабочей и стояночной тормозных систем, свободного и рабочего хода пе-

дали тормозной системы; проверка компрессора на создаваемое давление и тормозного крана (в пневматическом приводе), главного и рабочих цилиндров, усилителей тормозного привода (в гидравлическом приводе);

проверка состояния и крепления узлов и деталей подвески, состояния шин;

проверка крепления платформы, держателя запасного колеса, крыльев, подножки и т.д.; при необходимости зачистить места коррозии и нанести защитные покрытия;

• смазочные и очистительные работы: смазывание узлов трения в соответствии с химмотологической картой; чистка сапунов коробки передач и мостов; промывка воздушных фильтров усилителей тормозов; у автомобилей с дизелями слив отстоя топлива из топливных фильтров; при работе в условиях большой запыленности замена масла в поддоне картера двигателя.

Второе техническое обслуживание кроме работ, предусмотренных ТО-1, включает в себя следующие виды работ:

• контрольно-диагностические, крепежные и регулировочные работы:

проверка состояния цилиндропоршневой группы двигателя; проверка состояния и крепления агрегатов смазочной системы и системы охлаждения, крепления головки блока, поддона картеров двигателя и сцепления; проверка и регулировка теплового зазора в клапанном механизме;

проверка действия пружины сцепления, полного хода педали, работы сцепления; проверка состояния картеров ведущих мостов; проверка крепления гайки фланца ведущей шестерни главной передачи; проверка правильности регулировки режимов автоматического переключения передач, датчика температуры масла в ГМП;

регулировка углов установки передних колес и их балансировка; проверка состояния цапф поворотных кулаков и подшипников ступиц передних колес;

проверка степени износа тормозных барабанов или дисков, колодок, накладок, состояния пружин, подшипников, колес (при снятых ступицах) и т.д.; проверка крепления агрегатов тормозного привода; регулировка зазора между накладками тормозных колодок и барабанами колес;

проверка состояния несущих конструкций и элементов автомобиля, правильности расположения заднего моста; проверка состояния колесных дисков и крепления колес; проверка крепления элементов подвески, не проверяемых при ТО-1, герметичности амортизаторов;

проверка состояния систем вентиляции и отопления салона, а также уплотнителей дверей и вентиляционных люков; при необходимости выполнение косметического ремонта;

у бензиновых двигателей проверка действия привода, полноты открывания и закрывания заслонок, качества приготовляемой горючей смеси; регулировка минимальной частоты вращения коленчатого вала на холостом ходу;

у дизелей проверка исправности топливного бака, трубопроводов, топливных насосов, форсунок и т.д. (через одно ТО-2 снятие и проверка форсунок на стенде, проверка угла опережения впрыска); регулировка минимальной частоты вращения коленчатого вала дизеля на холостом ходу; проверка дымности отработавших газов;

проверка (восстановление) функциональности аккумуляторной батареи;

проверка и регулировка работы генератора, стартера и реле-регулятора;

проверка свечей и катушки зажигания, прерывателя-распределителя, при необходимости регулировка зазоров;

проверка функционирования и регулировка светового потока;

• смазочные и очистительные работы: смазывание узлов трения автомобиля согласно химмотологической карте; проверка и мойка (замена) фильтрующих элементов; замена масла в двигателе.

Основным назначением СО, проводимого в России 2 раза в год, является подготовка автомобилей к эксплуатации в холодное и теплое время года. Для общих климатических условий СО совмещается преимущественно с ТО-1 или ТО-2 при соответствующем увеличении трудоемкости основного вида обслуживания.

Операции ТО проводятся с предварительным контролем. Основным методом выполнения контрольных работ является диагностика.

В процессе регулярного ТО параметры технического состояния поддерживаются в заданных пределах, однако из-за изнашивания деталей, поломок и других причин ресурс автомобиля (агрегата, механизма) расходуется, и автомобиль уже не может нормально эксплуатироваться — наступает такое предельное его состояние, которое не может быть устранено профилактическими методами ТО, т.е. автомобиль требует восстановления утраченной работоспособности — ремонта.

Ремонт предназначен для восстановления и поддержания работоспособности механизма, узла, агрегата и автомобиля в целом, устранения неисправностей, возникающих при работе и выявленных при ТО. Как правило, ремонт выполняют по потребности (при достижении изделием предельного состояния), реже — принудительно по плану через определенный пробег. Ремонт включает в себя контрольно-диагностические, разборочные, сборочные, регулировочные, слесарные, сварочные и некоторые другие виды работ. Особенности работ по ремонту заключаются в их значительной трудоемкости, стоимости, необходимости частичной или полной разборки изделия для восстановления или замены дета-

лей, использовании при ремонте достаточно сложного станочного, сварочного, окрасочного и другого оборудования.

Ремонт — это совокупность технологических воздействий на изделие с целью восстановления его эксплуатационных свойств до нормативного уровня. Различают несколько видов ремонта.

Текущий ремонт (ТР) — предназначен для обеспечения работоспособного состояния подвижного состава с ремонтом или заменой отдельных его агрегатов, узлов и деталей (кроме базовых), достигших предельного состояния.

Капитальный ремонт (КР) — совокупность технологических воздействий на изделие, проводимых с целью восстановления всех его эксплуатационных свойств, включая ресурс, до нормативного уровня (не менее 80 % доремонтного ресурса). При КР заменяют или восстанавливают любые узлы и детали, включая базовые.

Автомобили и агрегаты подвергают, как правило, не более чем одному капитальному ремонту. При этом виде ремонта двигатель полностью разбирают, заменяют новыми или ремонтируют все его агрегаты, механизмы и узлы, восстанавливают или заменяют изношенные (поврежденные) детали с использованием различных способов устранения дефектов. Все ремонтные работы выполняют в соответствии с требованиями технических условий. Испытания машин или агрегатов после КР проводят по тем же программам и методикам, которые применяют при оценке качества новых изделий.

Основные нормативы ТО и ремонта автомобилей. Одним из важнейших принципов рациональной организации ТО и ремонта автомобилей является применение обоснованных нормативов выполнения профилактических и ремонтных работ. В технической эксплуатации существуют нормативы периодичности, трудоемкости, продолжительности ТО и ремонта, а также ресурса до КР.

Основополагающим нормативным документом, регламентирующим планирование, организацию, содержание ТО и ремонта автомобилей и определение ресурсов, является Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта (далее — Положение).

В современных условиях контроль качества выполнения нормативных положений по ТО и ремонту автомобилей обеспечивается благодаря существующей системе сертификации производственно-технической базы (ПТБ) и полноте услуг по ТО и ремонту. Нормативное регулирование для субъектов на рынке транспортных и сервисных услуг осуществляется системой лицензирования.

Для оперативного учета изменений конструкций автомобилей и условий их эксплуатации в Положении предусмотрены две части.

В первой части содержатся основные положения по организации ТО и ремонта подвижного состава и установлены система и виды ТО и ремонта, исходные нормативы, их регламентирующие;

классификация условий эксплуатации и методы корректирования нормативов; принципы организации производства ТО и ремонта в АТП; типовые перечни операций ТО и другие материалы.

Вторая часть (нормативная) включает в себя конкретные нормативы по ряду базовых моделей автомобилей и их модификациям. С целью объективного учета изменений выпускаемых автомобилей помодельно (отечественного производства) данная часть разрабатывается и дополняется с периодичностью 3—5 лет в виде отдельных приложений к первой части.

Нормативы ТО и ремонта, установленные Положением, относятся к определенным условиям эксплуатации, называемым эталонными. За *эталонные условия* принята работа базовых моделей автомобилей, имеющих пробег от начала эксплуатации в пределах 50...75 % нормы пробега до КР, в условиях эксплуатации I категории (табл. П2 Приложения) в умеренном климатическом районе с умеренной агрессивностью окружающей среды. При этом предусмотрено, что ТО и ТР выполняют на предприятии, имеющем ПТБ для обслуживания 200—300 автомобилей, составляющих не более трех технологически совместимых групп.

При работе в иных, отличных от эталонных условиях эксплуатации изменяются безотказность и долговечность автомобилей, а также трудовые и материальные затраты на обеспечение их работоспособности, поэтому нормативы ТО и ремонта корректируются.

Регламентируемый Положением вид корректирования (ресурсный) имеет целью уточнение нормативов в зависимости от изменения уровня надежности автомобилей, работающих в разных условиях эксплуатации. Корректирование приводит к изменению материальных ресурсов, необходимых для проведения ТО и ремонта автомобилей путем изменения нормативов и перечня операций ТО. При корректировании учитывают следующие основные факторы.

1. *Категория условий эксплуатации.* Корректирование нормативов ТО и ремонта автомобилей в зависимости от условий эксплуатации осуществляется в соответствии с их классификацией, которая включает в себя пять категорий условий эксплуатации, и учитывается коэффициентом K_1 (табл. П3 Приложения). Категория условий эксплуатации автомобилей характеризуется типом дорожного покрытия, типом рельефа местности, по которой пролегает дорога, и условиями движения (см. табл. П2 Приложения).

2. *Модификация подвижного состава и особенности организации его работы.* При формировании нормативов учитывают необходимость их корректирования по типу и модификации (конструктивному назначению: автомобили с прицепами, самосвалы и т.д.) транспортного средства в увязке со спецификой его транспортной деятельности.

Модификация подвижного состава и особенности организации его работы в соответствии с Положением учитывают коэффици-

ентом K_2 (табл. П4 Приложения), который применяют для корректирования трудоемкости ТО и ТР (1...1,25), пробега до капитального ремонта (0,75...1) и расхода запасных частей (1...1,3).

3. *Природно-климатические условия.* Корректирование по природно-климатическим условиям осуществляют с помощью коэффициента K_3, который изменяется с учетом агрессивности окружающей среды при определении периодичности ТО от 0,72 до 1; удельной трудоемкости ТР — от 0,99 до 1,43; пробега до первого КР — от 0,63 до 0,99; расхода запасных частей — от 0,99 до 1,54 (табл. П5 Приложения).

4. *Пробег с начала эксплуатации.* Корректирование по возрасту в соответствии с Положением выполняют с использованием коэффициента K_4. Для грузовых автомобилей этот коэффициент корректирует трудоемкость, изменяясь от 0,4 (для пробега, составляющего менее 25% ресурса автомобиля до КР) до 2 и более при пробеге автомобиля, превышающем ресурс до КР в 1,75—2 раза (табл. П6 Приложения).

В зависимости от пробега с начала эксплуатации до капитального ремонта изменяется и продолжительность простоя автомобиля на ТО и в ремонте, которая учитывается коэффициентом K'_4, (см. табл. П6 Приложения), изменяющимся в пределах 0,7...1,4. При пробеге автомобиля, превышающем его значение до первого КР, величина K'_4 принимается равной 1,4.

5. *Уровень концентрации подвижного состава.* При корректировании нормативов учитывают размеры АТП и разномарочность обслуживаемого парка. Последнее учитывается числом технологически совместимых групп, т.е. групп, требующих для ТО и ТР одинаковых средств обслуживания (постов, оборудования) автомобилей в парке (не менее 25 в группе). Корректирующим коэффициентом является коэффициент K_5 (табл. П7 Приложения).

Распределение подвижного состава по технологически совместимым группам при производстве ТО и ТР приведено в табл. П8 Приложения. Корректирование по данному коэффициенту не имеет смысла в небольших маломарочных АТП.

Результирующий коэффициент корректирования получается перемножением соответствующих коэффициентов: периодичность ТО — K_1K_3; пробег до КР — $K_1K_2K_3$; трудоемкость ТО — K_2K_5; трудоемкость ТР — $K_1K_2K_3K_4K_5$; расход запасных частей — $K_1K_2K_3$. Результирующий коэффициент при этом не должен быть менее 0,5.

Кроме указанного вида корректирования (ресурсного) применительно к АТП существует и второй вид — оперативный, который проводится непосредственно в АТП и имеет целью повысить работоспособность автомобилей путем изменения состава операций ТО с учетом конструкции, условий работы автомобилей и особенностей данного АТП. Оперативное корректирование осуществляется только после внедрения в АТП исходных нормативов,

рекомендуемых Положением, и основывается на объективных данных действующей системы учета неисправностей, затрат на ТО и ремонт, а также результатов диагностических работ.

Основным методом оперативного корректирования является совместный анализ фактически выполняемых в данном АТП операций ТО и диагностирования и возникающей при этом потребности в работах сопутствующего ТР, которые непосредственно связаны с режимами и качеством выполнения профилактических работ.

4.4. Станции технического обслуживания

Станции технического обслуживания (СТО) ориентированы в основном на обслуживание автомобилей индивидуальных владельцев, но могут предоставлять услуги по обслуживанию транспорта юридических лиц.

В зависимости от мощности (расчетного числа комплексно обслуживаемых автомобилей), размера (числа рабочих постов в здании СТО), месторасположения, назначения и специализации СТО виды выполняемых ими работ и их сочетания могут быть различными. По характеру основной производственной деятельности и видам выполняемых работ ТО и ТР СТО подразделяют на гарантийные (заводов-изготовителей), комплексные (универсальные), специализированные, самообслуживания; по принципу размещения различают СТО городские и дорожные; по производственной мощности и размеру — малые (6—10 постов), средние (10—15 постов), большие (более 25 постов).

В общем случае СТО выполняют следующие задачи:

- уточнение причин неисправностей автомобилей с целью определения необходимого объема работ до осуществления технических воздействий на автомобиль;
- проверка технического состояния систем и агрегатов автомобилей и прогнозирование их остаточного ресурса;
- проведение регламентных контрольно-диагностических и регулировочных работ с применением специального оборудования;
- замена неисправных агрегатов и узлов;
- мелкий ремонт автомобилей, кузовные, антикоррозионные и покрасочные работы;
- определение соответствия техническим условиям автомобилей или их агрегатов после ТО или ремонта;
- предпродажная подготовка новых и подержанных автомобилей;
- коммерческое предоставление (прокат) ремонтных мощностей желающим самостоятельно обслуживать свои автомобили;
- ремонт и восстановление подержанных узлов и агрегатов для фонда запасных частей.

Малые и средние СТО оборудуют универсальными постами, включающими в себя комбинированный стенд для проверки тормозных и мощностных показателей, стенды для проверки амортизаторов, проверки и регулировки углов установки управляемых колес. Посты могут оснащаться газоанализаторами, расходомерами топлива, динамометром-люфтомером, стетоскопом, компрессометром, портативным мотор-тестером, подъемником, а также оборудованием для кузовных и окрасочных работ.

Для больших СТО характерно разбиение на специализированные посты (участки), которые оснащают оборудованием, обеспечивающим углубленную проверку технического состояния автомобиля по агрегатам и дающим возможность проведения качественного ремонта.

Из средств технического диагностирования тяговых качеств автомобиля наибольшее распространение получили стенды силового типа, позволяющие кроме оценки мощностных показателей создавать постоянный нагрузочный режим, необходимый для определения показателей топливной экономичности автомобиля.

Динамометрический стенд (рис. 4.4) состоит из двух барабанов (двух пар роликов) *6*, из которых один соединен с нагрузочным устройством, а другой является поддерживающим устройством блока контрольно-измерительных приборов, приборной стойки с контрольно-измерительными приборами, дистанционного пульта управления, вентилятора для обдува радиатора, устройства для отвода отработавших газов. На стенде предусмотрена возможность вывода информации на дисплей ЭВМ и цифропечатающее устройство.

В качестве нагрузочного устройства применяют гидравлический или индукторный тормоз. Стенд тяговых качеств обеспечивает из-

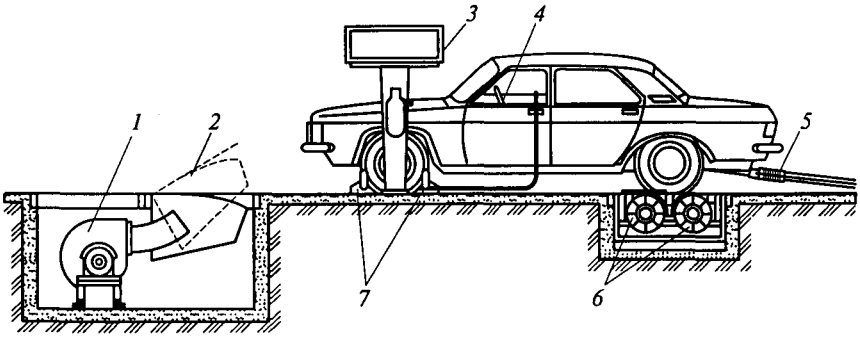


Рис. 4.4. Динамометрический стенд:

1 — вентилятор; *2* — устройство для создания потока воздуха; *3* — пульт управления; *4* — дистанционный пульт управления; *5* — отвод отработавших газов; *6* — беговые барабаны с нагрузочным устройством; *7* — упоры

мерение скорости, силы тяги на ведущих колесах, параметров разгона и выбега, а в комплекте с расходомером — расхода топлива на различных нагрузочных и скоростных режимах и проведение соответствующих регулировок.

Для проверки эффективности тормозов наибольшее распространение получили роликовые *тормозные стенды силового типа.* Принцип действия таких стендов основан на измерении тормозной силы, развиваемой на каждом колесе, при принудительном вращении заторможенных колес от роликов стенда. Каждая пара роликов имеет автономный привод от соединенного с ней жестким валом электродвигателя мощностью 4...10 кВт с встроенным редуктором. Вследствие использования редукторов планетарного типа, имеющих высокие передаточные отношения (32...34), обеспечивается невысокая скорость вращения роликов при испытаниях, соответствующая скорости автомобиля 2...6 км/ч. На роликах стенда нанесены насечка или специальное асфальтобетонное покрытие, обеспечивающее стабильность сцепления колес с роликами. Для обеспечения компактности конструкции и удобства монтажа блоки роликов установлены в общей раме. Стенд укомплектован датчиком усилия на тормозной педали и обеспечивает возможность определения максимальной тормозной силы и времени срабатывания тормозного привода. Достоинством тормозных стендов силового типа является их достаточно высокая точность, а низкая скорость вращения роликов при испытании тормозов определяет их высокую технологичность.

Мотор-тестеры используют для комплексного диагностирования двигателя и его систем. Мотор-тестером можно проверить состояние конденсатора, первичной обмотки катушки зажигания, контактов прерывателя, вторичной обмотки катушки зажигания и высоковольтных проводов, пробивное напряжение на свечах зажигания и т.д. Класс сложности и уровень комплектации мотор-тестера определяет его возможности по быстрому и эффективному обнаружению неисправностей.

При тестировании автомобилей мотор-тестер производит сбор, обработку и вывод информации по результатам ряда режимов: прокрутка стартером; работа на трех скоростных режимах (4 000...5 000 $мин^{-1}$, 3 000 $мин^{-1}$ и холостой ход); режим резкого ускорения; режим баланса мощности (отключение цилиндров или другие методы). По результатам полного тестирования можно получить информацию об относительной компрессии в цилиндрах, параметрах системы зажигания (пробивное напряжение, длительность искрового разряда и т.д.), стартерном токе и напряжении аккумуляторной батареи, составе выхлопных газов, выявить неэффективно работающий цилиндр и многое другое. В памяти мотор-тестера (на жестком диске системного блока) записаны все необходимые значения измеряемых параметров для большого числа

автомобилей разных производителей. Выход какого-либо параметра за установленные допуски автоматически фиксируется, и эта информация, наряду с измеренными значениями, выводится оператору для анализа. Возможно также осуществление дальнейшего анализа по специальной программе (экспертная система).

По уровню дымности отработавших газов дизели оценивают *дымомерами*, работающими по принципу поглощения светового потока, проходящего через отработавшие газы.

Для проверки системы питания бензинового двигателя применяют *установки для проверки карбюратора*, которые имитируют условия работы двигателя, и приборы для проверки бензонасоса на подачу, максимальное давление и плотность прилегания клапанов. Система питания бензинового двигателя, оборудованная инжекторами, требует периодической проверки давления в системе подачи бензина и ультразвуковой очистки инжекторов моющим раствором.

Проверка системы питания дизеля проводится с помощью специальных *дизель-тестеров*, которые обеспечивают определение частоты вращения коленчатого вала, кулачкового вала топливного насоса, регулятора частоты вращения (начальной и конечной), характеристики впрыскивания топлива. Для регулирования параметров работы топливных насосов высокого давления используют стационарные стенды.

Исправность рулевого управления в целом проверяют *люфтомером*, закрепляемым на ободе рулевого колеса. При фиксированном усилии определяют величину люфта, который характеризует суммарные зазоры в механизме и приводе.

Для балансировки колес в основном применяют *стационарные стенды*, требующие снятия колеса с автомобиля и обеспечивающие совместную статическую и динамическую балансировку. Колесо закрепляют на валу стенда и раскручивают в зависимости от конструкции стенда вручную или электродвигателем. От несбалансированных масс возникает знакопеременный изгибающий момент, в результате чего вал стенда совершает колебания. Если вал закреплен жестко, в опорах возникают напряжения, регистрируемые специальными датчиками. Сигналы обрабатываются и выводятся на информационное табло или монитор.

Стенды для контроля углов установки колес в статическом режиме позволяют измерять углы продольного и поперечного наклонов оси поворота колеса (шкворня), развала, соотношения углов поворотов, схождения. Такие стенды компактны, удобны и получили наибольшее распространение. Их функциональные возможности примерно одинаковы, отличие заключается в конструкции измерительной системы, точности, стоимости. Измерительный прибор или его элемент крепят на автомобильное колесо перпендикулярно плоскости его вращения.

4.5. Смазочные, крепежные и регулировочные работы

Для поддержания автомобилей в работоспособном состоянии необходимо выполнять целый комплекс работ, к основным из которых можно отнести смазочные, крепежные и регулировочные. Каждый из этих видов работ имеет свои особенности и требует специальных приемов.

Смазочные работы. Значительный объем ТО (16...26 % при ТО-1 и 9...18 % при ТО-2) составляют смазочные работы, которые предназначены для уменьшения интенсивности изнашивания и сопротивления в узлах трения, а также для обеспечения нормального функционирования систем, содержащих смазочные материалы. Смазочные работы состоят в замене или пополнении агрегатов (узлов) маслами, замене фильтров. Качество этих работ относится к числу значимых факторов, влияющих на ресурс узлов. Так, например, у большинства конструкций шаровых опор легковых автомобилей запаса «заводского» смазочного материала хватает на весь период эксплуатации. Однако в опорах, где есть отверстие для масленки и смазывание производится в процессе ТО-2, ресурс повышается на 20...30 %. Объясняется это тем, что несмотря на защитный резиновый чехол внутрь опоры может проникать вода с грязью (абразивом). Вновь поступающий смазочный материал очищает трущиеся поверхности. Эксплуатация двигателя с уровнем масла ниже допустимого приводит к полному падению давления в смазочной системе и выходу из строя вкладышей коленчатого вала.

Основным технологическим документом, определяющим содержание смазочных работ, является химмотологическая карта, в которой указывают места и число точек смазывания, периодичность смазывания, марку масел, их заправочные объемы.

Техническое обслуживание *смазочной системы двигателя* заключается в систематической проверке и пополнении уровня масла в картере двигателя, в замене отработавшего масла, промывке смазочной системы, смене или промывке масляных фильтров, в устранении подтеканий масла. Замена масла производится через определенный пробег, установленный заводом-изготовителем.

Для смазывания *агрегатов трансмиссии* используют трансмиссионные масла и консистентные смазки. Дозаправку масла обычно производят после того, как масло в агрегате несколько устоится и масляная пена осядет. Масло наливают до уровня наливного или контрольного отверстия. Излишек масла может привести к перегреву механизма и выбиванию масла через сальники и сапуны. Смену масла в агрегатах трансмиссии целесообразно производить сразу же после работы автомобиля с промывкой картеров и шестерен через определенный пробег, установленный заводом-изготовителем. При ТО-2 дополнительно прочищают сапуны коробки передач и ведущих мостов.

Консистентной смазкой смазывают шлицы карданной передачи, элементы шарниров равных угловых скоростей.

Оборудование для смазочных работ предназначено для заправки моторными маслами картеров автомобильных двигателей, трансмиссионными маслами картеров коробок передач, задних мостов, рулевых управлений; сбора отработавшего масла; смазывания через пресс-масленки отдельных узлов пластичными смазками и подразделяется по роду привода насоса на электрические, пневматические и с ручным (или педальным) приводом. Наибольшее распространение получило оборудование с электрическим приводом от централизованной сети переменного тока.

К маслораздаточному оборудованию для выдачи моторных масел относятся различные маслораздаточные баки, установки и колонки с одновременным измерением разового отпуска и учетом общего количества выданного масла. По степени подвижности колонки подразделяют на стационарные и передвижные, по роду привода — на электрические и ручные, по способу замера отпускаемого масла — на объемные и скоростные.

Маслораздаточное оборудование для заправки трансмиссионными маслами может быть передвижным и стационарным. При заправке картеров агрегатов автомобилей трансмиссионным маслом применяют передвижные маслозаправочные установки с ручным приводом. Для заправки трансмиссионным маслом агрегатов автомобилей непосредственно из масляного резервуара применяют стационарные заправочные установки, состоящие из насосной станции с погрузочным устройством с электрическим приводом и двух раздаточных рукавов с пистолетами.

Для сбора отработавшего масла служат переносные и передвижные баки с воронками и стационарные сборники-резервуары, установленные под полом помещения с маслоприемными воронками.

Крепежные работы. Резьбовые соединения деталей автомобиля составляют 80...90 % общего числа соединений. Постепенное ослабление их в процессе эксплуатации вследствие деформирования металла, уплотнения прокладок, самопроизвольного отвертывания при знакопеременных нагрузках и вибрациях приводит 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 подразделяют на три группы. К первой относятся соединения, обеспечивающие безопасность движения (тормоза, рулевое управление и др.). 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 соединения, обеспечивающие безопасность движения, проверяют наиболее тщательно, применяя специальные приборы и инструменты. Ко второй группе относятся соединения, назначением которых является обеспечение прочности конструкций. Такие соединения обычно несут силовую нагрузку, от них зависит надежность и долговечность работы автомобиля в целом (крепление двигателя, коробки передач и др.). Их проверяют путем наружного осмотра крепежных деталей и стопорных устройств, пробного подтягивания инструментом. Третью группу составляют соединения, предназначенные для обеспечения герметичности (соединения масло- и топливопроводов, крепление головки блока и т.д.). Проверка этих соединений осуществляется визуально по подтеканиям жидкости, падению давления, на слух и т.д.

В объеме ТО в зависимости от его вида и типа подвижного состава крепежные работы составляют 25...30 %, поэтому применение правильных приемов по обслуживанию резьбовых соединений повышает эксплуатационную надежность автомобиля в целом, облегчает труд рабочих, значительно снижает трудоемкость этих работ при вторичном их выполнении.

Крепежные работы, выполняемые вручную, трудоемки, монотонны, требуют больших усилий, а в ряде случаев травмоопасны.

В качестве ручного инструмента используют комплекты (наборы) гаечных и специальных ключей. Комплекты инструмента могут быть универсальными или подобранными под определенный вид выполняемых работ, например электротехнических или карбюраторных.

Для сокращения доли ручных работ и повышения производительности применяют пневмо- или электрогайковерты, винтоверты или шпильковерты с различными видами насадок при работе с гайками (болтами), винтами или шпильками. Применение механизированного инструмента характерно при работе с крепежными соединениями, имеющими большие моменты затяжки.

Объем и трудоемкость крепежных работ 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 числа 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 проворачивания болта, винта, гайки; применять достаточно прочные крепежные детали, допускающие многократные подтягивания без повреждения резьбы, граней (повышению долговечности крепежных деталей способствует, в частности, антикоррозионная защита); максимально унифицировать крепежные детали по их основным размерам и размерам под ключ как для одной модели, так и для различных моделей автомобилей.

Регулировочные работы. Регулировочные работы необходимы для восстановления работоспособности механизмов в процессе эксплуатации для компенсации износов и обеспечения их нормального функционирования. Наибольший объем регулировочных работ проводится для двигателя, как наиболее сложного агрегата автомобиля.

Производят регулирование натяжения цепи (ремня) привода распределительного вала, ремня привода вентилятора, тепловых зазоров в клапанном механизме, топливного насоса высокого давления и др. Для обеспечения требований существующих нормативов по экологической чистоте работы двигателей производят регулировку карбюраторов на содержание вредных выбросов.

В *трансмиссии* производят регулировки свободного хода педали сцепления, зацепления шестерен главной передачи, привода управления коробкой передач.

В *ходовой части* регулируют углы установки колес. Схождение неуправляемых колес обеспечивается при сборке автомобиля и эксплуатационной регулировки обычно не имеет. Изменение угла схождения управляемых колес осуществляется за счет элементов рулевого привода. Углы развала и продольного наклона колеса могут регулироваться только на автомобилях с независимой подвеской.

В *рулевом механизме* регулируют зацепление ролика с червяком в червячном рулевом механизме или шестерня — рейка в реечном механизме.

Частичная регулировка *рабочего тормоза* заключается в поддержании эффективности тормозов путем восстановления зазора между фрикционными накладками колодок и тормозным барабаном при помощи регулировочных эксцентриков или разжимного кулака и в регулировке свободного хода педали.

Полная регулировка *рабочего тормоза* производится после ремонта тормозов (например, после смены накладок). При этом устанавливают требуемый зазор не только в верхней части колодки, но и в нижней (опорной).

Для *стояночного тормоза* регулировка должна обеспечивать полное затормаживание автомобиля при отходе ручного рычага примерно наполовину зубчатого сектора, при этом зазор между колодками и барабаном должен составлять 0,5...0,8 мм.

На стадии эксплуатации жизненного цикла двигателя (агрегата) кроме текущего и капитального ремонта могут выполняться ремонт по техническому состоянию, гарантийный и профилактический ремонты.

Ремонт по техническому состоянию проводится по результатам оценки технического состояния машины (агрегата) по ряду оценочных показателей в случае, если значения этих показателей отличаются от допустимых. В зависимости от числа таких показателей, устанавливают объем ремонтных воздействий. Данный вид ремонта позволяет поддерживать и даже увеличивать ресурс машины или ее агрегатов и может выполняться на специализированных ремонтных заводах и других крупных ремонтных предприятиях.

Гарантийный ремонт проводится с целью устранения отказов, возникающих в интервале гарантийной наработки и по вине завода-изготовителя (завода по капитальному ремонту).

Профилактический ремонт проводится по рекомендациям главного конструктора с целью замены элементов, не обеспечивающих заданный межремонтный ресурс изделия. Как правило, такой ремонт выполняется силами ремонтных служб эксплуатирующих изделие организаций. Подменные элементы (запасные части) поставляются заводом-изготовителем.

Методы ремонта определяют организационные формы преимущественно сборочных процессов при восстановлении машины (агрегата).

По признаку сохранения принадлежности ремонтируемых частей машине или агрегату ремонт может производиться необезличенным и обезличенным методами.

При *необезличенном методе* ремонта неисправные агрегаты и детали снимают с машины, ремонтируют и ставят на ту же машину. При этом сохраняется взаимная приработанность деталей, их первоначальная взаимосвязь, благодаря чему качество ремонта оказывается, как правило, более высоким, чем при обезличенном методе. Существенные недостатки необезличенного метода ремонта заключаются в том, что при нем значительно усложняется организация ремонтных работ и неизбежно увеличивается длительность нахождения изделия в ремонте.

Обезличенный метод — метод ремонта, при котором не сохраняется принадлежность восстановленных составных частей определенному экземпляру. Снятые с двигателей агрегаты и узлы при этом заменяют заранее отремонтированными или новыми, взятыми из оборотного фонда, а неисправные агрегаты и узлы подвергают ремонту и пополняют оборотный фонд. При обезличенном методе ремонта упрощается организация ремонтных работ и значительно

сокращается длительность пребывания изделия в ремонте. Экономия времени достигается за счет того, что объекты ремонта не ожидают, пока будут отремонтированы снятые с них агрегаты и узлы.

По организации выполнения ремонт машин может осуществляться *агрегатным методом*, представляющим собой обезличенный ремонт, при котором неисправные агрегаты заменяют новыми или заранее отремонтированными (из оборотного фонда). При этом снятые неисправные агрегаты отправляют для ремонта на специализированные ремонтные предприятия.

Агрегатный метод является основным методом ремонта машин и позволяет сокращать продолжительность ремонта, в короткие сроки восстанавливать значительное число машин. Агрегатный метод ремонта требует наличия оборотного фонда, величина которого зависит от мощности ремонтного предприятия, затрат времени на обмен неисправных агрегатов и машины в целом, страхового запаса агрегатов.

В зависимости от типа производства (массовое, серийное, единичное) ремонт двигателей может быть организован поточным методом, методом специализированных постов (бригадно-узловой) или универсальных постов (тупиковый).

Поточный метод характеризуется расположением средств технического оснащения в последовательности выполнения операций технологического процесса и специализацией рабочих мест. Машину, агрегаты, механизмы, детали (например, блок цилиндров, коленчатый вал двигателя) передают от одного специализированного поста к другому сразу после выполнения очередной технологической операции. Поточный метод обеспечивает высокую производительность труда, эффективное использование высокопроизводительного специализированного оборудования, создает условия для достижения высоких показателей качества ремонта.

Метод специализированных постов характеризуется тем, что ремонтные работы, например разборка и сборка агрегатов и узлов, а также работы по восстановлению деталей и ремонту сборочных единиц осуществляют бригады (исполнители), специализирующиеся по маркам машин, сборочным единицам определенного типа. Специализация постов (бригад, исполнителей) может быть технологической по выполнению определенных операций и подетальной. Метод специализированных постов применяют на ремонтных предприятиях, осуществляющих средний ремонт двигателей на готовых агрегатах.

Метод универсальных постов характеризуется тем, что все работы по ремонту двигателей выполняет на одном рабочем посту одна бригада. При этом производительность труда, коэффициент использования оборудования невысокие. Квалификация работающих должна быть высокой, так как членам бригады приходится выполнять разные виды работ.

В общем случае ремонт может быть *плановым*. Постановка двигателя на такой ремонт осуществляется в соответствии с требованиями нормативно-технической документации. Постановка двигателя на *неплановый* ремонт осуществляется без предварительного назначения. Средний и капитальный ремонты проводят по плановой наработке.

Плановый ремонт, выполняемый с периодичностью и в объеме, установленными эксплуатационной документацией без учета технического состояния машины в момент начала ремонта, называется *регламентированным*.

Ремонт по техническому состоянию — плановый ремонт, при котором контроль технического состояния выполняется с периодичностью, установленной в нормативно-технической документации, а объем ремонта и момент начала работы определяются техническим состоянием изделия.

Цель ремонта двигателя — это восстановление эксплуатационных характеристик и параметров двигателя или отдельного узла, детали до уровня, указанного в паспортах данных, инструкциях по эксплуатации и ремонту. К эксплуатационным характеристикам и параметрам двигателя, которые контролируются и определяют качество ремонта, следует отнести шум двигателя; дымность и токсичность отработавших газов; пусковые характеристики; уровень вибрации, устойчивость работы на всех режимах; приемистость, мощность (крутящий момент), эксплуатационный расход топлива; ресурс двигателя после ремонта, т.е. пробег до следующего ремонта.

Инструмент и оборудование для ремонта двигателей. Основными инструментами для ремонта двигателей являются торцовые гаечные ключи, обычно называемые торцовыми головками. Головки могут иметь различную длину, размеры квадратного отверстия для воротка (наиболее употребляемые $^3/_8$, $^1/_2$ и $^3/_4$″), а также форму рабочей части (шести-, двенадцатигранные и типа шестиугольной звезды).

Для тарированной затяжки болтов (гаек) определенным моментом служат динамометрические ключи. Наиболее часто применяют два типа таких ключей — с непрерывным отсчетом момента по шкале и настройкой по шкале, а индикацией заданного момента по характерному щелчку.

Для ускорения затяжки большого числа однотипных болтов и гаек, например, поддона картера, головки блока цилиндров, коллекторов и других элементов используют пневмоинструмент.

При ремонте двигателей помимо универсального инструмента необходимо иметь достаточно большую номенклатуру специальных приспособлений, без которых выполнение многих операций затруднено.

Дефектация деталей. Для оценки технического состояния деталей с последующей их сортировкой на группы годности в ремонт-

ном производстве определен технологический процесс, называемый дефектацией. В ходе этого процесса осуществляется проверка соответствия деталей техническим требованиям, которые изложены в технических условиях на ремонт или в руководствах по ремонту, при этом выполняется сплошной контроль деталей. Для исключения невосстанавливаемых деталей используют следующие стадии выявления дефектов: с явными неустранимыми дефектами — визуальный контроль; со скрытыми неустранимыми дефектами — неразрушающий контроль; с неустранимыми геометрическими параметрами — измерительный контроль.

В процессе дефектации деталей применяют следующие методы контроля: органолептический осмотр (внешнее состояние детали, наличие деформаций, трещин, задиров, сколов и т.д.); инструментальная проверка при помощи приспособлений и приборов (выявление скрытых дефектов деталей при помощи средств неразрушающего контроля); бесшкальных мер (калибры и уровни) и микрометрических инструментов (линейки, штангенинструменты, микрометры и т.д.) для оценки размеров, формы и расположения поверхностей деталей. Контролю в процессе дефектации подвергают только те элементы детали, которые в процессе эксплуатации повреждаются или изнашиваются.

В первую очередь необходимо проверить зазоры в основных сопряжениях. У большинства новых двигателей для их нормальной работы зазор между поршнем и цилиндром должен составлять 0,025...0,045 мм, а предельный зазор не должен превышать 0,2 мм. Зазор в канавке у новых колец и поршней составляет приблизительно 0,06...0,08 мм для верхнего кольца (у дизелей 0,08...0,1 мм), 0,04...0,07 мм — для среднего и 0,03...0,05 мм — для маслосъемного, а допустимое его значение в верхней канавке не должно превышать 0,09...0,1 мм для бензиновых двигателей и 0,12...0,13 мм для дизелей. Зазор в замке поршневого кольца при установке в цилиндр должен составлять 0,3...0,6 мм в зависимости от модели автомобиля. У большинства двигателей ширина замка колец, установленных в цилиндр, не должна превышать 0,7...0,8 мм, в противном случае кольца должны быть заменены. У наборных маслосъемных колец допустимая ширина замка больше — обычно до 1,2...1,4 мм. В зависимости от модели двигателя номинальный зазор между вкладышами и коренной шейкой должен составлять 0,026...0,12 мм, между вкладышами и шатунной шейкой — 0,026...0,11 мм. Зазоры в подшипниках распределительного вала определяют по результатам измерения диаметров отверстий опор и шеек распределительного вала. Величина этих зазоров не должна превышать 0,09...0,1 мм. Отверстие коромысла также следует проверить нутромером и определить зазор по изношенной и неизношенной поверхностям оси. Если во втором случае зазор в соединении больше 0,06...0,07 мм, то замена оси не восстановит зазор до

номинального значения 0,02...0,04 мм. В конструкциях с цилиндрическими толкателями следует проверить зазор толкателя в отверстии — он не должен превышать 0,08...0,1 мм. В малоизношенной втулке люфт клапана не будет превышать 0,15...0,18 мм, если зазор во втулке номинальный (0,04...0,05 мм). В случае превышения допустимой величины зазора необходимо проверить и проконтролировать сопрягаемые детали

В результате контроля детали должны быть подразделены на три группы: *годные* детали, характер и износ которых находятся в пределах, допускаемых техническими условиями (детали этой группы используются без ремонта); детали, *подлежащие восстановлению*, дефекты этих деталей могут быть устранены освоенными на ремонтном предприятии способами ремонта; *негодные* детали.

4.7. Экологические показатели на транспорте

Растущий автомобильный парк оказывает все большее влияние на загрязнение окружающей среды. В России доля автомобильного транспорта в загрязнении окружающей среды достигла 40 %, в том числе в городах 50...60 %, в мегаполисах 85...90 %.

Под вредным воздействием автотранспортного комплекса (АТК) на окружающую среду понимается ее негативное изменение в результате попадания в атмосферный воздух, воду, почву токсичных компонентов отработавших газов, продуктов изнашивания деталей, дорожного полотна, отходов производственно-эксплуатационной деятельности, образующихся при движении, в процессе погрузочно-разгрузочных работ, заправке, очистке, хранении, ТО и ремонте автомобилей.

Под экологической безопасностью автомобильного транспорта понимается такое воздействие АТК и его подсистем на окружающую среду, население и персонал, которое находится в пределах официально установленных допустимых норм.

Потребление природных ресурсов. Для изготовления легкового автомобиля используется 1,5...2 т различных материалов, сырьем для производства которых являются невозобновляемые природные ресурсы, в том числе сталь и чугун — 67 %; цветные и тяжелые металлы — 9 %; пластики и композиты — 8 %; жидкости, масла и смазочные материалы — 6 %; резина — 4 %; стекло — 3 %; прочие — 3 %.

Автомобильный парк России ежегодно потребляет около 150 млн т атмосферного кислорода (в среднем 5...6 т на один автомобиль парка), а автомобильный парк США расходует кислорода в 2 раза больше его естественного прироста на территории этой страны.

Ежегодное потребление воды, расходуемой предприятиями АТК на производственные и хозяйственные нужды в России, составля-

ет 80...100 м^3 на один легковой автомобиль и 250...300 м^3 на один грузовой автомобиль или автобус. Развитие автомобильного транспорта с каждым годом увеличивает площадь отчуждаемой земли, используемой для размещения АТП, СТО, АЗС, стоянок и постоянно растущей дорожной сети.

Выбросы теплоты, парниковых газов и озоноразрушающих веществ. При сгорании 1 кг автомобильного топлива образуется в среднем 2,7 кг диоксида углерода CO_2, который, скапливаясь в верхних слоях атмосферы, усиливает так называемый парниковый эффект. При работе один среднестатистический автомобиль выделяет в окружающую среду около 70 000 МДж теплоты в год, что усугубляет действие парникового эффекта.

В процессе функционирования АТК в атмосферу выбрасываются хладоны, использующиеся в автомобильных кондиционерах, рефрижераторных установках, системах пожаротушения и разрушающие озоновый слой.

Акустическое загрязнение. В крупных городах России уровень шума на магистралях достигает 78...85 дБ А, а в жилых помещениях — 55...63 дБ А (при санитарной норме 40 дБ А), причиной чего являются автотранспортные потоки, доля которых в общем уровне городского шума составляет 60...80 %.

Источниками шума в движущемся автомобиле являются двигатель и его системы впуска и выпуска, коробка передач и другие агрегаты трансмиссии, подвеска, шины и взаимодействие с потоком встречного воздуха. Согласно действующим нормам (ГОСТ Р 41.51—2004 «Единообразные предписания, касающиеся сертификации транспортных средств, имеющих не менее четырех колес, в связи с производимым ими шумом») допустимый уровень внешнего шума одного нового автомобиля составляет:

- легковой автомобиль — 80 дБ А;
- грузовой автомобиль с полной массой до 3,5 т — 81 дБ А;
- грузовой автомобиль с полной массой свыше 3,5 т — 86 дБ А;
- автобус с полной массой до 3,5 т — 81 дБ А;
- автобус с полной массой свыше 3,5 т — 82 дБ А.

Уровень внешнего шума автомобилей, находящихся в эксплуатации, особенно имеющих значительные наработки, как правило, выше, чем у нового.

Загрязнение воздушного бассейна. Основными источниками загрязнения воздушного бассейна являются токсичные вещества, выбрасываемые с отработавшими газами, картерные газы и топливные испарения. Последние включают в себя испарения из системы питания автомобиля (0,6...1,4 л бензина в сутки), испарения при заправке автомобиля (1,4 г на 1 л заливаемого топлива) и испарения при хранении топлива (55...70 г на 1 т в сутки).

В атмосферу выбрасывается также значительное количество других токсичных веществ: продукты изнашивания дорожных покры-

тий и шин, образующиеся в процессе движения автомобилей (соответственно 10...12 кг и 8...10 кг на один среднестатистический автомобиль в год), а также продукты изнашивания тормозных накладок (1...1,5 кг на один автомобиль в год).

Загрязнение водного бассейна. Основными источниками загрязнения водного бассейна являются сточные воды от очистки автомобилей, содержащие взвешенные вещества и нефтепродукты (80...85 % производственных стоков); сточные воды от производственных участков, содержащие тяжелые металлы, кислоты, щелочи, краску, растворители; поверхностные сточные воды с территории АТП, содержащие нефтепродукты, тосол, тормозные жидкости и другие вредные вещества.

Производственные отходы. Деятельность предприятий АТК сопровождается образованием большого количества промышленных отходов. Наиболее распространенными являются отработавшие масла и смазочные материалы, технические жидкости, осадки водоочистных установок, металлический, в том числе свинцовый, лом, отработавшие свой срок автомобильные шины и аккумуляторные батареи, отходы красок, шламы и шлаки. Около 70 % образующихся в процессе производства отходов представляют собой вторичное сырье, которое необходимо утилизировать.

Обеспечение нормативных показателей токсичности автомобилей. В процессе эксплуатации происходит изменение технического состояния автомобилей, обусловленное износами деталей, изменениями зазоров в сопряжениях и связанным с этим нарушением заводских регулировок в системах, механизмах и агрегатах. Следствием этого является снижение мощности двигателя, увеличение расхода топлива и выбросов вредных веществ.

Согласно имеющимся оценкам на 10...15 % неисправных автомобилей приходится до 40 % всех загрязнений окружающей среды от автомобильного транспорта.

Правильно выбранные и соблюдаемые сроки и перечни операций ТО являются одним из основных механизмов влияния инженерно-технической службы АТП на уровень работоспособности автомобилей, величину расхода топлива, загрязнение окружающей среды и ресурсы автомобилей и агрегатов.

На токсичность автомобилей в движении главное влияние оказывает техническое состояние двигателя и его систем, на которые приходится около 80...85 % всех неисправностей, так или иначе влияющих на токсичность и топливную экономичность (оставшиеся 15...20 % неисправностей приходятся на трансмиссию и ходовую часть).

Для бензиновых двигателей характерно следующее распределение неисправностей: свечи зажигания — 38 %; карбюратор — 26 %; прерыватель-распределитель — 21 %; провода высокого напряжения — 7,5 %; катушка зажигания — 3,4 %; цилиндропорш-

невая группа — 3,3 %; остальное — 0,8 %. Появление этих неисправностей прямо влияет на состав рабочей смеси или условия ее сгорания в цилиндрах. В результате концентрация оксида углерода CO, углеводородов C_xH_y и оксидов азота NO_x в отработавших газах изменяется в широких пределах. Одновременно в процессе перевозок возрастает удельный расход топлива, г/100 т·км, что, в свою очередь, увеличивает выбросы вредных веществ.

У дизелей любая неисправность топливной системы (закоксованность сопловых отверстий, неравномерность цикловой подачи, снижение давления впрыска и др.) также резко изменяет токсичность отработавших газов.

Увеличение износов и зазоров в сопряжениях нарушает заводские регулировки агрегатов трансмиссии и подвески (коробка передач, редуктор, ступицы колес). Изменяется также взаимное расположение деталей (зазоры в зацеплении шестерен, схождение и развал колес, углы наклона шкворней). В результате увеличиваются потери мощности в трансмиссии и сопротивление движению автомобиля, а следовательно, повышаются, и весьма значительно, удельный расход топлива и выбросы вредных веществ.

Таким образом, эксплуатация автомобилей с отклонениями конструктивных регулировочных параметров от нормативных, что достаточно часто имеет место на практике, может увеличить расход топлива на 40...50 %, а токсичность отработавших газов в несколько раз. Поэтому поддержание подвижного состава АТП в исправном состоянии — один из важнейших факторов повышения экономичности и экологичности автомобилей в эксплуатации.

Интеграция России в европейское и мировое экономическое сообщество, расширяющиеся международные перевозки, участие в них не только грузовых, но и легковых автомобилей личного пользования и автобусов существенно повысили требования к экологической безопасности, экономическим и другим показателям автомобильного транспорта.

Соответствующие требования и нормативы разработаны Госстандартом России (Правила по проведению работ в системе сертификации механических транспортных средств и прицепов от 04.04.1998 № 19). В качестве первого этапа настоящие Правила предусматривали сертификацию новых отечественных автомобилей по нормам «Евро-1» с 1999 г., а по нормам «Евро-2» — с 2000 г. Переход к этим нормам ужесточает требования к выбросам по сравнению с действовавшими до 1998 г. нормами по легковым автомобилям в 5—6 раз, дизельным большой грузоподъемности — в 2—3 раза и увеличивает себестоимость производства автомобиля в среднем на 10 %. Страны Европейского союза ввели нормы «Евро-3» с 2000 г. и объявили о введении норм «Евро-4» с 2005 г. Согласно оценке НАМИ полный переход отечественной промышленности на производство автомобилей, соответствующих нормам «Евро-1»,

возможен в 2005 г., а замена действующего парка на эти автомобили может продлиться до 2015—2020 гг.

Таким образом, техническая эксплуатация должна обеспечить в ближайшие годы ТО и ремонт отечественных автомобилей, соответствующих нормам «Евро-1» и «Евро-2», и импортных автомобилей, соответствующих нормам «Евро-3» и «Евро-4». Последние с 2001 г. оборудуют системой бортовой диагностики экологических показателей, которая призвана фиксировать предельные значения выбросов, диагностируемые как отказ.

Тенденция повышения требований к экологической безопасности автомобилей скажется и на ужесточении эксплуатационных нормативов выбросов, совершенствовании соответствующих методов контроля и обеспечении их в процессе ТО и ремонта: расширение состава показателей, нормируемых и контролируемых в эксплуатации (NO_x, коэффициент избытка воздуха α, CO); использование контрольно-диагностического оборудования большей точности; повышение квалификации персонала; расширение тактики предупредительных замен.

В полной мере начнет реализовываться концепция полного жизненного цикла (TLC) автомобиля, согласно которой при проектировании, выборе и эксплуатации автомобилей производится баланс затрат и загрязнений, от разработки, производства и до списания изделий. В соответствии с этим балансом за полный жизненный цикл легкового автомобиля энергетические затраты распределяются следующим образом: изготовление — 12 %; эксплуатация — 80 %; вторичная переработка и утилизация — 8 %. Учитывая объем энергетических затрат на утилизацию, при реализации концепции TLC усилятся внимание и требовательность к сбору, хранению, вторичному использованию и утилизации выбросов и отходов, образующихся в процессе производственной деятельности АТП, СТО, ремонтных мастерских, стоянок.

В ближайшие 5—7 лет количество списываемых в России автомобилей достигнет 6...8 % автомобильного парка, что потребует решения проблемы приема, переработки, вторичного использования и утилизации списанных автомобилей с учетом единых правил, разработанных Европейским союзом, — «Транспортные средства, вышедшие из эксплуатации (ЕС 97/С 337/02)», которые предусматривают:

применение изготовителями автомобилей начиная с 31.12.1999 г. единой маркировки для распознавания материалов деталей, а также разработку руководства по демонтажу автомобилей, включая рекомендации по сливу эксплуатационных жидкостей;

исключение для автомобилей, изготовленных после 01.01.2003 г., свинца, ртути, кадмия, шестивалентного хрома из деталей, утилизация которых требует размельчения или дробления, сжигания или захоронения в специально отведенных местах;

автомобили, вышедшие из эксплуатации после 01.01.2005 г., должны не менее чем на 85 % массы повторно использоваться, перерабатываться и утилизироваться, а на 80 % массы подвергаться рециклингу, т. е. повторному использованию и переработке. После 01.01.2015 г. эти показатели соответственно составят 95 и 85 % массы; автомобили, изготовленные и вышедшие на рынок после 01.01.2005 г., должны быть на 85 % по массе пригодны для повторного использования и переработки и на 95 % — для полной утилизации, включая сжигание.

Прием списанных автомобилей предполагается проводить в специально сертифицированных центрах и оформлять сертификатом. В связи с этим в России предстоит создать сеть специализированных предприятий по сбору, приему, демонтажу и утилизации списанных автомобилей, годовое число которых к 2007—2010 гг. может составить 1,7—2,2 млн шт. Необходима законодательная (концепция, технология, цена, льготы, штрафы) и информационная поддержка этой работы, в частности использование в России Международной информационной системы по демонтажу автомобилей (International Dismantling Information System — IDIS), разработанной рядом ведущих европейских производителей автомобилей.

Примерно 47 % затрат при рециклинге приходится на разборку автомобиля, очистку и сортировку деталей. По данным Исследовательского центра ОАО «АВТОВАЗ», приспособленность конструкции автомобилей к демонтажу и рециклингу обеспечивается:

применением легкоразбирающихся креплений, которые по приоритетности распределяются для легковых автомобилей в следующей последовательности:

легкоразъемные соединения типа «липучка», «молния», штекерные, кнопочные, магнитные;

зажимные, клеммовые соединения, клипсы, защелки; штыковые, штыревые, замковые, шплинтовые, шпоночные соединения, затворы;

хомутовые, резьбовые соединения, винты, болты; неразъемные точечные соединения, заклепки, точечная сварка; соединения пайкой, сваркой, клеевые, получаемые вспениванием;

использованием новых профилей головок болтов (например, типа Torx), обеспечивающих бóльшую площадь контактного зацепления и соответственно нагрузки от инструмента, лучшее соединение и удержание инструмента, защищенность от неквалифицированного исполнителя;

использованием в подверженных коррозии соединениях, а также для деталей, не несущих значительных нагрузок, пластмассовых резьбовых крепежных соединений;

применением болтов и шпилек с заостренным концом, болтов с зубчатым буртиком и изготовленных в сборе с обычными и пру-

жинными шайбами, что облегчает проведение разборочно-сборочных и крепежных работ;

унификацией крепежных деталей.

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 — оксид углерода, оксиды азота, альдегиды, углеводороды, сернистый газ, сажа, бензо(а)пирен и бензотрацен.

В соответствии с ГОСТ Р 52033—2003 «Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния» и санитарными нормами содержание оксида углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей не должно превышать значений, приведенных в табл. 4.1.

Содержание оксида углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей определяют при работе двигателя на холостом ходу при минимальной n_{min} и повышенной $n_{пов}$ частоте вращения коленчатого вала, установленных заводом-изготовителем в диапазоне (2 000...0,8$n_{ном}$) мин$^{-1}$. Требования ГОСТ Р 52033—2003 распространяются на автотранспортные средства с двигателями внутреннего сгорания, работающими на бензине, сжатом и сжиженном газах, бензогазовых смесях, и не распространяются на автомобили, полная масса которых менее 400 кг или максимальная скорость не превышает 50 км/ч, на автомобили с двухтактными и роторными двигателями.

Оценка вредности отработавших газов автомобилей с дизелями производится по их дымности. Уровень дымности устанавливается ГОСТ Р 52160—2003 «Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов» по двум параметрам дымности — основному и вспомогательному.

Таблица 4.1

Предельные нормы содержания оксида углерода CO и углеводородов C_xH_y в отработавших газах автомобилей

Частота вращения коленчатого вала	Предельно допустимое содержание CO, объемная доля, %	Предельно допустимое содержание C_xH_y, объемная доля, млн$^{-1}$	
		для двигателей с числом цилиндров	
		до 4	более 4
n_{min}	1,5	1 200	3 000
$n_{пов}$	2,0	600	1 000

Таблица 4.2

Предельные нормы дымности отработавших газов автомобилей

Режим измерения дымности	$K_{доп}$, $м^{-1}$, не более	$N_{доп}$, %, не менее
Свободное ускорение для автомобилей с дизелями:		
без наддува	1,2	40
с наддувом	1,6	50
Максимальная частота вращения	0,4	15

Основным нормируемым параметром дымности является натуральный показатель ослабления светового потока K, $м^{-1}$, вспомогательным — коэффициент ослабления светового потока N, %. Натуральный показатель ослабления светового потока K — величина, обратная толщине слоя отработавших газов, проходя который поток излучения от источника света дымомера ослабляется в e раз; отсчитывается по основной шкале индикатора дымомера. Коэффициент ослабления светового потока N — степень ослабления светового потока вследствие поглощения и рассеивания света отработавшими газами при прохождении ими рабочей трубы дымомера; отсчитывается по вспомогательной шкале дымомера. Дымность автомобилей в соответствии с санитарными нормами не должна превышать значений, указанных в табл. 4.2

В настоящее время в ряде стран Европы приняты общие правила, регламентирующие выбросы токсичных веществ, — «Евро-2», «Евро-3», «Евро-4», которые предусмотрены Правилами № 49 (грузовые автомобили и автобусы) и № 83 (легковые автомобили и грузовики категории N_1) ЕЭК ООН. Аналогичные правила введены в России в качестве государственных стандартов: ГОСТ Р 41.49—2003 «Единообразные предписания, касающиеся сертификации двигателей с воспламенением от сжатия и двигателей, работающих на природном газе, а также двигателей с принудительным зажиганием, работающих на сжиженном нефтяном газе, и транспортных средств, оснащенных двигателями с воспламенением от сжатия, двигателями, работающими на природном газе, и двигателями с принудительным зажиганием, работающими на сжиженном нефтяном газе. В отношении выбросов вредных веществ» и ГОСТ Р 41.83—2004 «Единообразные предписания, касающиеся сертификации транспортных средств в отношении выбросов вредных веществ в зависимости от топлива, необходимого для двигателей».

Текущие и перспективные нормы выбросов токсичных веществ для автомобилей с бензиновыми двигателями согласно Правилам ЕЭК ООН № 83 (ГОСТ Р 41.83—2004) представлены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Нормы выбросов токсичных веществ для автомобилей с бензиновыми двигателями

Год	Нормы	Выбросы автотранспортными средствами, работающими на бензине, г/км			Выбросы автотранспортными средствами, работающими на дизельном топливе, г/км			
		CO	C_xH_y	NO_x	CO	C_xH_y и NO_x	NO_x	твердых частиц
2000	«Евро-3»	2,3	0,2	0,15	0,64	0,56	0,50	0,05
2005	«Евро-4»	1,0	0,1	0,08	0,50	0,30	0,26	0,025

Кроме измерения выбросов токсичных веществ при испытаниях по ездовому циклу нормы «Евро-3» и «Евро-4» предусматривают процедуры измерения и нормирования выброса паров топлива, введение в конструкцию автомобиля бортовой диагностики элементов антитоксичной системы (нейтрализатор, кислородный датчик, элементы системы улавливания топлива и др.), более жесткие требования к надежности и контролю состояния антитоксичных систем при эксплуатации и качеству топлива.

Предусматривается также контроль содержания оксида углерода на холостом ходу двигателя. Для автомобилей без нейтрализатора этот выброс при минимальной частоте вращения коленчатого вала не должен превышать 3,5 %, для автомобилей с нейтрализаторами — 0,5 %.

Нормы выбросов токсичных веществ для автомобилей с дизелями согласно Правилам ЕЭК ООН № 49 (ГОСТ Р 41.49—2003) представлены в табл. 4.4.

Как видно из приведенных таблиц, вместо ограничений по дымности ЕЭК ООН введено нормирование выброса, т. е. углеродных включений, образующихся в результате крекинга топлива при его горении в цилиндрах двигателя, а также аэрозолей масла и несгоревшего топлива, продуктов изнашивания двигателя, на поверхности которых адсорбируются тяжелые ароматические углево-

Таблица 4.4

Нормы выбросов токсичных веществ для автомобилей с дизелями

Год	Норма	Выброс, г/(кВт·ч)			
		CO	C_xH_y	NO_x	твердых частиц
1996	«Евро-2»	4,0	1,1	7,0	0,15
1999	«Евро-3»	2,0	0,5	4,5	0,10

дороды, в частности канцерогенный бензо(а)пирен. Таким образом, при нормировании выброса твердых частиц оценивается количество не только наблюдаемых, но и ненаблюдаемых визуально твердых частиц.

Для определения содержания оксида углерода CO в отработавших газах применяют *газоанализаторы* разных типов. Для экспресс-анализа используют приборы, работа которых основана на определении теплоты сгорания оксида углерода CO на каталитически активной платиновой спирали. Принцип действия таких приборов заключается в том, что к порции газа, отбираемой для анализа, в определенном соотношении подается чистый атмосферный воздух. Отработавшие газы сжигаются, нагревая платиновую нить, повышение температуры которой пропорционально содержанию оксида углерода CO в отработавших газах.

К другой группе приборов по определению содержания оксида углерода CO по теплопроводности относят *альфаметры*. В таких приборах часть газа пропускают через нагретую платиновую проволоку. Одновременно через другую платиновую проволоку пропускают воздух.

В отработавших газах богатых смесей содержится большое количество водорода H_2, обладающего высоким коэффициентом теплопроводности. Водород интенсивно отнимает теплоту у платиновой нити, вызывая понижение ее сопротивления и увеличение силы тока в измерительной системе. Сравнение температур охлаждения обеих проволок позволяет судить о содержании оксида углерода CO в отработавших газах. Альфаметры могут быть применены для косвенной оценки содержания оксида углерода CO в отработавших газах. Их относят к простейшему классу измерительной техники и применяют только при регулировке карбюраторов.

Действие большинства современных газоанализаторов основано на поглощении газовыми компонентами инфракрасных лучей с различной длиной волны. Инфракрасные анализаторы чувствительны к изменению параметров среды, поэтому газ фильтруют, удаляют из него конденсат и подают насосом с постоянной скоростью. Метрологические характеристики данных газоанализаторов обеспечены при температуре окружающей среды +5...40 °C и относительной влажности воздуха до 80 %.

Катализаторы и нейтрализаторы выхлопных газов. Применяемые в настоящее время способы воздействия на рабочий процесс двигателя для снижения токсичности отработавших газов приводят, как правило, к снижению мощности и увеличению расхода топлива, поэтому автомобильные двигатели оборудуют системами нейтрализации.

В термических и каталитических нейтрализаторах основные токсичные компоненты отработавших газов двигателя образуют нетоксичные газы в результате химических реакций с кислородом,

между собой или с другими газами, добавляемыми в отработавшие газы. На автомобилях находят применение главным образом каталитические нейтрализаторы отработавших газов. В присутствии твердых катализаторов реакции нейтрализации токсичных компонентов протекают эффективно при относительно низкой температуре +250...270 °С. Каталитические нейтрализаторы обладают следующими свойствами: быстро вступают в действие после пуска холодного двигателя; имеют небольшие размеры и массу, так как реакции нейтрализации эффективно протекают при высокой скорости газов у поверхности катализатора; эффективно действуют во всем диапазоне режимов работы автомобильных двигателей; не вызывают снижение мощности двигателя и повышение расхода топлива; имеют достаточный срок службы. В качестве катализаторов применяют преимущественно благородные металлы — платину, палладий, платинопалладиевые сплавы. Лучшими свойствами обладают катализаторы из платины и палладия с добавками родия, рутения, иридия.

Реакции окисления и восстановления токсичных веществ происходят в поверхностном слое катализатора, и скорость их протекания определяется обычно процессами массопереноса с реагирующих поверхностей катализатора. В связи с этим оказывается целесообразным применение катализаторов, нанесенных тонким слоем на внешнюю поверхность химически инертного материала, называемого носителем.

По виду геометрических форм носителя различают каталитические нейтрализаторы с гранулированным, монолитным или блочным носителем. Обычно гранулированный носитель выполняют в форме шариков диаметром 2...5 мм, цилиндрических тел, колец и т.п. Чем меньше размеры гранул, тем выше степень превращения, но при этом увеличивается гидравлическое сопротивление нейтрализатора.

Гранулы изготавливают обычно из оксида алюминия Al_2O_3, алюмосиликатов или из оксидов кальция, циркония, бериллия. Носитель с катализатором помещают в корпус, который может быть объединен с глушителем шума.

В блочном или монолитном носителе отработавшие газы проходят по поперечным каналам, образованным тонкими стенками единого, монолитного тела — блока. В поперечном сечении каналы имеют треугольную, прямоугольную или круглую форму. Гидравлический диаметр каналов 1...2 мм. Чем меньше размеры поперечного сечения и тоньше стенки каналов, тем больше число каналов, приходящихся на единицу площади блока (плотность расположения ячеек), и тем больше площадь активной поверхности катализатора, меньше размеры и масса нейтрализатора.

Блочные носители изготавливают из оксида алюминия, кордиерита, муллита и т.п. Площадь активной поверхности материала

носителя, как правило, недостаточна (до 0,5 $м^2/г$), поэтому эффективность нейтрализатора оказывается невысокой, если слой катализатора наносят непосредственно на материал носителя. Чтобы повысить площадь активной поверхности катализатора до необходимой величины (8...10 $м^2/г$), поверхность носителя покрывают тонким слоем оксида алюминия.

Масса блочного носителя обычно меньше, чем гранулированного, поэтому нейтрализатор с блочным носителем быстрее нагревается и быстрее вступает в действие после пуска двигателя. Нейтрализаторы с блочными носителями применяют на автомобилях с двигателями небольшой мощности, отработавшие газы которых имеют высокую температуру, а нейтрализаторы с гранулированными носителями — с двигателями большой мощности с умеренной температурой газов.

В зависимости от состава отработавших газов, который определяется составом горючей смеси, т.е. коэффициентом избытка воздуха, в нейтрализаторе протекают преимущественно окислительные или восстановительные реакции.

В автомобильных двигателях с принудительным воспламенением и в дизелях широко применяют окислительные каталитические нейтрализаторы. В них достаточно высокая скорость окисления оксида углерода и углеводородов обеспечивается при сравнительно низкой температуре (оксид углерода окисляется в диоксид углерода CO_2 при температуре +250...300 °С, углеводороды, альдегиды — при температуре +400...450 °С). При этом у выпускных газов почти исчезает неприятный запах.

Высокую степень превращения оксида углерода и углеводородов в каталитическом нейтрализаторе можно получить при наличии избытка кислорода в отработавших газах, поэтому в случае применения окислительных нейтрализаторов на двигателях с принудительным воспламенением осуществляют подачу дополнительного воздуха в выпускной трубопровод при работе двигателя на богатой смеси.

В отработавших газах дизелей необходимое количество свободного кислорода содержится при всех режимах и подача дополнительного воздуха не требуется.

Каталитические нейтрализаторы с восстановительной средой используют для уменьшения количества оксидов азота. Восстановление оксида азота NO с образованием азота N_2 можно достичь при достаточно высоком содержании оксида углерода CO в отработавших газах:

$$2NO + 2CO \rightarrow N_2 + 2CO_2.$$

Восстановление оксида азота происходит с достаточной эффективностью при работе на слегка обогащенной смеси, т.е. возможно лишь на двигателях с принудительным воспламенением. В на-

стоящее время на легковых автомобилях с такими двигателями находят применение трехкомпонентные нейтрализаторы. В них каталитические нейтрализаторы с восстановительной средой применяют в комбинации с окислительными. Дополнительный воздух в этом случае подается в окислительный нейтрализатор, устанавливаемый за восстановительным.

Для эффективной нейтрализации всех трех основных токсичных компонентов состав горючей смеси должен быть стехиометрическим или незначительно (на 1,5...2 %) отличаться от него. Таким требованиям отвечают системы впрыска бензина с электронным управлением.

РАЗДЕЛ II
ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ТРАКТОРОВ

Глава 5
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И СРЕДСТВА ИХ МЕХАНИЗАЦИИ

5.1. Классификация тракторов

Тракторы — сложные мобильные энергетические и транспортные средства, используемые для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства, а также для перевозки сельскохозяйственных грузов. Рабочие органы и механизмы сельскохозяйственных машин могут приводиться в действие от двигателя трактора через вал отбора мощности (ВОМ).

По области применения тракторы подразделяют на сельскохозяйственные, промышленные, лесопромышленные, лесохозяйственные. Тракторы применяют на сельскохозяйственных, строительных и дорожных работах, на лесоразработках, при осушении и орошении земель, для транспортирования грузов. Чтобы выполнить разнообразные по своему характеру работы, необходимы тракторы различных типов. Технически и экономически обоснованная совокупность типоразмеров и моделей тракторов, предназначенных для удовлетворения потребностей в них различных отраслей экономики, образует типаж тракторов. Классификационный показатель типажа — тяговый класс. По номинальному тяговому уси-

Таблица 5.1

Тяговые классы сельскохозяйственных и лесохозяйственных тракторов

Тяговый класс	Номинальное тяговое усилие, кН	Тяговый класс	Номинальное тяговое усилие, кН
0,2	От 1,8 до 5,4	3	Свыше 27 до 36
0,6	Свыше 5,4 до 8,1	4	Свыше 36 до 45
0,9	Свыше 8,1 до 12,6	5	Свыше 45 до 54
1,4	Свыше 12,6 до 18	6	Свыше 54 до 72
2	Свыше 18 до 27	8	Свыше 72 до 108

лию сельскохозяйственные и лесохозяйственные тракторы делят на десять тяговых классов (табл. 5.1).

Номинальным тяговым усилием сельскохозяйственных и лесохозяйственных тракторов принимается усилие, которое развивают тракторы на стерне средней плотности и при нормальной влажности почвы (8...18 %) в зоне максимального значения тягового КПД при эксплуатационной массе, предусмотренной технической характеристикой (для колесных тракторов с балластным грузом) при предельных значениях буксования: 18 % — для тракторов с колесной формулой 4К2 и 3К2, 16 % — для тракторов с колесной формулой 4К4 и 5 % — для гусеничных тракторов.

Номинальным тяговым усилием промышленного трактора считается наибольшее тяговое усилие, которое трактор может реализовать на плотном сухом грунте. Так как эта величина взаимосвязана с конструкционной массой трактора, тяговый класс промышленных тракторов иногда определяют по его массе (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Тяговые классы промышленных тракторов

Тяговый класс	Конструкционная масса, т	Тяговый класс	Конструкционная масса, т
2	От 4 до 6	25	Свыше 25 до 35
6	Свыше 6 до 10	35	Свыше 35 до 50
10	Свыше 10 до 15	50	Свыше 50 до 70
15	Свыше 15 до 25	75	Свыше 70 до 90

В зарубежной практике, в соответствии со стандартом Международной организации по стандартизации (ISO), применяют классификацию сельскохозяйственных тракторов по категориям мощности, измеренной на ВОМ трактора при номинальной частоте вращения вала двигателя (табл. 5.3).

Классификации по тяговому усилию (Россия, страны СНГ) и по категориям мощности (ISO) могут быть соотнесены друг с другом, если принять одинаковыми агротехнические и энергетиче-

Таблица 5.3

Категории мощности колесных сельскохозяйственных тракторов по ISO

Категория по мощности двигателя	I	II	III	IV
Значение мощности на ВОМ, измеренной по стандарту ISO, кВт	До 48	До 92	80...185	150...350

Таблица 5.4

Соотношение между классификациями колесных сельскохозяйственных тракторов по тяговому классу и категории мощности

Тяговый класс трактора	Ниже 0,6	0,6; 0,9	0,9; 1,4; 2	2; 3; 4	5; 6; 8
Категория трактора по мощности двигателя	I		II	III	IV

ские ограничения по величине рабочих скоростей трактора на энергоемких операциях (табл. 5.4).

Необходимо отметить, что перспективы расширяющегося применения сельскохозяйственных тракторов в качестве мобильного энерготехнологического средства лучше отражает классификация по двум параметрам — тяговому усилию и мощности двигателя.

Сельскохозяйственные тракторы классифицируют по назначению — общего назначения, универсально-пропашные, специализированные и по типу ходовой системы — колесные и гусеничные.

Тракторы должны отвечать определенным эксплуатационным требованиям, базирующимся на научно обоснованных свойствах и показателях. К этим требованиям относятся прежде всего обеспечение высокой производительности и экономичности, выполнение всего комплекса сельскохозяйственных работ качественно, в наилучшие агротехнические сроки. Большое значение имеют требования агроэкологического характера, связанные с загрязнением атмосферы вредными компонентами, содержащимися в выпускных газах двигателей, и воздействием ходовой части этих машин на почву. Ходовая часть машин уплотняет и истирает почву, что отрицательно влияет на ее плодородие и урожайность культур. Снижение отрицательного воздействия тракторов на почву — одно из важнейших эксплуатационных требований. Правильный выбор эксплуатационных качеств трактора и их показателей имеет существенное значение для дальнейшего научно-технического прогресса отечественного тракторостроения.

Требования, направленные на обеспечение высокой производительности, должны выполняться совместно с агротехническими требованиями. К агротехническим требованиям, предъявляемым к тракторам сельскохозяйственного назначения, относятся обеспечение проходимости машин по любой поверхности и в междурядьях пропашных культур; реализация необходимых диапазонов тягового усилия и скорости движения, маневренности; вредное минимальное воздействие ходовой части на почву; качественное выполнение технологических процессов.

Современные колесные и гусеничные машины ухудшают состояние почвы, следствием чего является недобор урожая. Нега-

тивные изменения физико-механических свойств прослеживаются на глубине до 400 мм и более. Определено, что воздействие движителя на почву следует оценивать в первую очередь не средним, а действующим давлением, которое не должно превышать 80... 120 кПа. Давление свыше 300 кПа может привести к разрушению агрегатных структур почвы, полной ликвидации ее поровых структур, разрыву корневых систем и другим явлениям, не совместимым с требованиями сельскохозяйственного производства.

5.2. Технологические процессы сельскохозяйственного производства

Сельскохозяйственные производственные процессы отличаются от промышленных рядом характерных особенностей, существенно влияющих на методы использования соответствующих машин и агрегатов: необходимость выполнения работ в строго установленные оптимальные агротехнические сроки; изменчивость в широком диапазоне физико-механических свойств обрабатываемых материалов и природно-производственных условий функционирования машин и машинно-тракторных агрегатов (МТА); необходимость выполнения подавляющего большинства работ в результате перемещения МТА по полю на значительные расстояния; необходимость перемещения значительных масс технологических материалов на МТА в процессе работы; взаимосвязанность работы разнотипных машин и агрегатов при выполнении полевых работ (уборочных и др.).

Все сельскохозяйственные операции подразделяют на основные и вспомогательные. Основные операции связаны с изменением состояния и положения обрабатываемого материала (вспашка, посев, сортирование и др.), а вспомогательные — с подготовкой поля, комплектованием агрегата, проведением регулировок машин и т.д. Транспортные операции также следует отнести к группе основных, поскольку они связаны с перемещением технологических материалов.

Технологический процесс представляет собой совокупность основной и вспомогательных операций.

Производственный процесс характеризуется большим разнообразием и общими закономерностями, которые необходимо учитывать при соответствующих расчетах. Например, для выполнения определенной полевой работы должен быть выбран наиболее благоприятный период с целью получения максимальной урожайности. При этом наступление такого периода на разных полях носит вероятностный характер, зависящий от освещенности растений, почвенных условий и т.д.

С учетом указанных особенностей целесообразно устанавливать оптимальное соотношение между интенсивностью наступления

наиболее благоприятного периода и требуемым числом агрегатов. Эффективнее использовать группы агрегатов таким образом, чтобы максимально совместить продолжительность обработки каждого поля и наиболее благоприятный период. При этом следует учитывать как потери урожая, так и потери, связанные с возможными простоями агрегатов.

Сложные производственные процессы (типа уборочных) с участием нескольких групп разнотипных агрегатов (уборочные, транспортные, очистительные и др.) должны выполняться на основе принципов поточной работы таким образом, чтобы производительность агрегатов разных групп была приблизительно одинаковой. Большое значение для эффективного функционирования таких систем имеет оптимальное соотношение числа разнотипных агрегатов, а также вместимостей соответствующих технологических емкостей.

Сельскохозяйственные производственные процессы характеризуются также активным воздействием больших масс техники и людей на окружающую среду (почва, вода, атмосфера, растения). В связи с этим решение любых технических задач — от создания машин и агрегатов до их производственной эксплуатации — должно тесно увязываться с требованиями охраны окружающей среды.

5.3. Энергетические средства сельскохозяйственного производства

Система машин представляет собой комплекс взаимоувязанных по технологическим процессам и производительности технических средств, обеспечивающих максимально возможный уровень механизации работ в соответствующей отрасли сельского хозяйства (растениеводство, животноводство и др.).

Система машин должна способствовать повышению производительности и улучшению условий труда механизаторов, повышению урожайности, снижению затрат труда и себестоимости продукции.

Система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства отражает основные направления научно-технического прогресса и предусматривает внедрение новых энергонасыщенных тракторов тяговых классов 2; 5 и 8; расширение выпуска большегрузных и специализированных автомобилей, высокопроизводительных комбайнов для различных культур, самоходных и комбинированных машин; создание более совершенных машин для точного высева семян, рационального внесения минеральных и органических удобрений, малообъемного и ультрамалообъемного опрыскивания, минимальной обработки почвы и борь-

бы с эрозией; оснащение машин средствами контроля за технологическим процессом с рабочего места механизатора.

Для определения эффективности системы машин выбирают показатель (критерий), который имеет наибольшее значение в данных конкретных условиях: денежные затраты; производительность; трудовые и энергетические затраты; время, необходимое для выполнения операции. Так, например, в районах с недостаточным обеспечением рабочей силой за основной критерий принимают трудовые затраты. В зонах с очень коротким летом и частыми колебаниями погоды определяющим критерием будет срок выполнения работ и максимальная производительность агрегатов. Наибольшее распространение при обосновании системы машин получил критерий денежных затрат.

Оценку экономической эффективности выбранной системы машин (по сравнению с существующей) для возделываемой культуры чаще всего ведут по следующим показателям.

Снижение затрат труда, %:

$$З_т = (З_{т.с} - З_{т.н})100/З_{т.с},$$

где $З_{т.с}$ и $З_{т.н}$ — затраты труда на единицу работы при существующей (заменяемой) и новой (внедряемой) системах машин соответственно, чел.-ч/га.

Рост производительности труда, %:

$$W' = (W_н - W_с)100/W_с,$$

где $W_с$ и $W_н$ — средняя сменная производительность одного механизатора при существующей и новой системах машин соответственно, га/смена.

Снижение прямых эксплуатационных затрат, %:

$$S' = (S_{п.с} - S_{п.н})100/S_{п.с},$$

где $S_{п.с}$ и $S_{п.н}$ — прямые эксплуатационные затраты на 1 га возделываемой культуры при существующей и новой системах машин соответственно, руб./га.

Годовая экономия, руб.:

$$Э = (S_{п.с} - S_{п.н})F_п,$$

где $F_п$ — площадь под возделываемой культурой, га.

Срок окупаемости, лет:

$$О_г = (Б_м - Б_{ост})/Э,$$

где $Б_м$ — балансовая стоимость внедряемой системы машин, руб.; $Б_{ост}$ — остаточная стоимость заменяемой системы машин, руб.

Аналогичную экономическую оценку проводят по отдельным агрегатам и машинам, включаемым в систему взамен других при ее доукомплектовании.

Пример. Определить экономическую эффективность внедрения комплекса шестирядных свеклоуборочных машин, ботвоуборочной машины БМ-6 и корнеуборочной машины РКС-6 взамен свеклоуборочного комбайна КСТ-3А, если известно, что их сменная производительность соответственно 6 и 3 га/смена; затраты труда 7 и 56 чел.-ч/га; прямые эксплуатационные затраты 37 и 47 руб./га; балансовая стоимость машин 10 и 3 тыс. руб.; площадь, занимаемая сахарной свеклой, 300 га.

Снижение затрат труда при внедрении комплекса шестирядных свеклоуборочных машин

$$(56 - 7) \cdot 100/56 \approx 87{,}5\ \%.$$

Рост производительности труда

$$(6 - 3) \cdot 100/3 = 100\ \%.$$

Годовая экономия

$$(47 - 37) \cdot 300 = 3 \text{ тыс. руб.}$$

Срок окупаемости внедряемого комплекса машин

$$(10 - 3)/3 = 2{,}3 \text{ года.}$$

Машины и агрегаты, включаемые в систему машин, в отличие от простого набора технических средств взаимоувязаны по производительности, благодаря чему обеспечивается их поточная работа при высокой производительности и возможно меньших затратах ресурсов.

Разработка системы машин с учетом перспектив развития соответствующих отраслей сельского хозяйства и промышленности является весьма сложной научно-технической проблемой. Естественно, что перспективный проект системы машин непрерывно совершенствуется по мере появления новых технических решений и научных разработок.

Составными элементами системы машин являются отдельные машины, сельскохозяйственные агрегаты, МТА и технологические комплексы.

Сельскохозяйственный агрегат по аналогии с обычным машинным агрегатом представляет собой совокупность рабочей машины, источника энергии, передаточного и вспомогательного механизмов. Все сельскохозяйственные агрегаты подразделяют на стационарные (рабочий процесс выполняется при неподвижном остове агрегата) и мобильные (рабочий процесс выполняется при движении агрегата).

Машинно-тракторный агрегат представляет собой разновидность мобильного агрегата, в котором в качестве источника энергии используется трактор, самоходное шасси или другая энергомашина.

Машинно-тракторные агрегаты классифицируют по виду выполняемого технологического процесса на пахотные, посевные, уборочные и др.; по принципу соединения рабочей машины с трак-

тором — на прицепные, навесные, полунавесные; по типу привода рабочих органов машины — на тяговые, тягово-приводные с использованием вала отбора мощности; по числу технологических операций, выполняемых за один рабочий ход, — на простые (состоят из однотипных рабочих машин) и комбинированные (две и более разнотипные машины).

Полевые агрегаты типа самоходных зерноуборочных комбайнов называют обычно самоходными машинами.

Транспортные агрегаты, составляемые на базе тракторов и самоходных шасси, обычно рассматривают с единых позиций как разновидность МТА и называют тракторными транспортными агрегатами.

Технологический комплекс представляет собой совокупность взаимоувязанных (по производительности, ширине захвата и т.д.) машин и агрегатов для выполнения сложного сельскохозяйственного производственного процесса (например, для уборки зерновых, ухода за посевами пропашных культур и т.д.).

Машинно-тракторный парк (МТП) сельскохозяйственного предприятия представляет собой совокупность тракторов, самоходных шасси, других мобильных энергомашин и агрегатируемых с ними рабочих машин, включая сцепки, а также самоходных полевых машин типа комбайнов. Автомобильный парк предприятия в зависимости от характера решаемых эксплуатационных задач может рассматриваться в составе МТП или отдельно.

В условиях перехода к экономичным методам хозяйствования в сельском хозяйстве актуальны задачи ресурсосберегающего использования отдельных агрегатов, технологических комплексов и всего МТП. Отдельные МТА, технологические комплексы и МТП в целом представляют собой сложные мобильные технические системы, которые в процессе работы должны удовлетворять как агротехническим и экономическим требованиям, так и требованиям, обусловленным физическими законами. При этом следует учитывать различие режимов работы агрегатов (рабочий ход, холостой ход, разгон, торможение и др.); разнообразие ресурсов, используемых при работе агрегатов (трудовые, финансовые, материальные, топливно-энергетические и др.); требования охраны окружающей среды и др.

Изложенные особенности функционирования сельскохозяйственных агрегатов являются характерными признаками сложной системы, поэтому задачи ресурсосберегающего использования МТА и всего МТП можно комплексно решить лишь на основе принципов многоуровневого системного подхода. Основная идея такого подхода заключается в том, что сложная система исследуется в логической последовательности по взаимосвязанным более простым элементам (подсистемам). При этом в качестве элементов системы (или подсистем) на соответствующих уровнях можно рас-

сматривать основные режимы функционирования агрегатов, включая рабочий ход, холостой ход, режим технологического обслуживания и др.

Для каждого уровня функционирования составляют соответствующую математическую модель с конкретным критерием ресурсосбережения (минимумом эксплуатационных или трудовых затрат, расхода топлива и т.п.).

Уровни ресурсосбережения располагают в такой логической последовательности, чтобы экономия ресурсов на каждом данном уровне дополняла результаты экономии ресурсов, полученные на предшествующих уровнях. В итоге происходит сложение эффектов ресурсосбережения всех уровней.

5.4. Особенности использования машинно-тракторных агрегатов в условиях фермерских и других хозяйств новых типов

Эксплуатация МТП как наука длительное время развивалась в основном применительно к крупным сельскохозяйственным предприятиям — сначала к машинно-тракторным станциям (МТС), а затем (после расформирования МТС) к колхозам и совхозам. Предприятия указанного типа характеризовались огромными площадями сельскохозяйственных угодий, большим количественным составом МТП и значительной численностью механизаторских кадров. Поэтому в определенной степени был оправдан непрерывный рост единичных мощностей и энергонасыщенности тракторов, пропускной способности зерноуборочных и других комбайнов, а также производительности различных сельскохозяйственных машин.

Развивающиеся в новых условиях крестьянские, или фермерские, и другие частные хозяйства существенно отличаются от колхозов и совхозов как размерами возделываемых площадей земли, так и численностью работников, определяемой часто количеством взрослых членов семьи. Существенно ограничены и финансовые возможности таких хозяйств.

Указанные особенности, естественно, должны учитываться при разработке конструкций соответствующих машин и агрегатов и их непосредственной эксплуатации.

Малые объемы работ и ограниченные финансовые возможности фермеров диктуют необходимость приобретения в отдельных случаях малогабаритных агрегатов сравнительно небольшой мощности. В то же время при ограниченной численности работников желательно иметь более высокопроизводительную технику. Необходимо учитывать и то обстоятельство, что при больших единичных мощностях выход из строя (отказ) каждого отдельного агрегата при ограниченном их числе существенно увеличивает вероят-

ность несвоевременного выполнения работ и соответствующего роста количественных и качественных потерь урожая. Совокупность подобных противоречий является характерным признаком для получения оптимального варианта обеспечения фермерского хозяйства МТА.

5.5. Основные задачи рациональной эксплуатации машинно-тракторных агрегатов

Эффективность функционирования системы механизации полевых сельскохозяйственных работ в значительной степени определяется уровнем использования МТА.

Под *комплектованием* МТА подразумевается научно обоснованный процесс выбора (для выполнения данной операции) состава агрегата (трактора, числа рабочих машин, сцепки) и рабочей скорости в соответствии с предъявляемыми требованиями. В научной литературе такой процесс называют также агрегатированием, подразумевая при этом и конструкторское решение задач комплектования МТА.

Главное принципиальное отличие МТА от машинных агрегатов других типов заключается в том, что технологический процесс выполняется путем перемещения всего агрегата по полю или непосредственно по обрабатываемому материалу. Поскольку при этом должны соблюдаться определенные требования, МТА можно отнести к разряду наиболее сложных технических систем.

При комплектовании МТА должны учитываться следующие важнейшие требования: высокое качество технологического процесса; максимальная производительность при минимальных удельных затратах ресурсов (трудовых, топливно-энергетических, финансовых, материальных) в расчете на единицу работы или урожая; наименьшее отрицательное воздействие на окружающую среду; обеспечение условий для длительного высокопроизводительного труда человека на агрегате без ущерба здоровью; надежность и т.д.

Удовлетворение всех указанных (часто противоречивых) требований возможно только при комплексном решении задач комплектования МТА как на стадии конструирования, так и непосредственно в условиях эксплуатации в хозяйствах. Практически мобильные энергетические средства и рабочие машины должны проектироваться одновременно в составе основных вариантов агрегатов и целых технологических комплексов применительно к наиболее вероятным природно-производственным условиям. При этом задача комплектования агрегата в условиях конкретного хозяйства должна сводиться к выбору уточненного оптимального варианта. Только на базе такого комплексного системного подхода можно добиться максимальной эффективности от использования агрегатов.

Работы, связанные с обработкой почвы сельскохозяйственными тракторами, являются наиболее энергоемкими тяговыми технологическими операциями.

В сельском хозяйстве (в растениеводстве) такой операцией является *пахота* — рыхление почвы на глубину 200...270 мм с допускаемым отклонением 10 мм на выровненных полях и 20 мм на неровных. Поддержание глубины обработки почвы в определенных пределах является важным агротехническим требованием, выполнение которого обеспечивается с помощью разных способов регулирования навесных орудий: силового, высотного, позиционного и комбинированного.

Силовое регулирование — это автоматическое регулирование положением рабочих органов навешанных на трактор почвообрабатывающих орудий действием гидравлической системы через основной гидроцилиндр. При силовом регулировании (рис. 5.1) гидравлическая навесная система должна включать в себя связанные между собой датчик и гидравлический силовой регулятор.

Верхняя тяга механизма навески передним концом крепится к маятниковому рычагу *11*, который вместе с пружиной *12* образует датчик силового регулятора. При рыхлении почвы на глубину H на рабочие органы почвообрабатывающего орудия *10* действуют реакции почвы, равнодействующая которых $R_{рез}$ (результирующая) может быть перенесена на верхнюю тягу и разложена на две составляющие: F вдоль тяги и Q через шарнир оси подвеса.

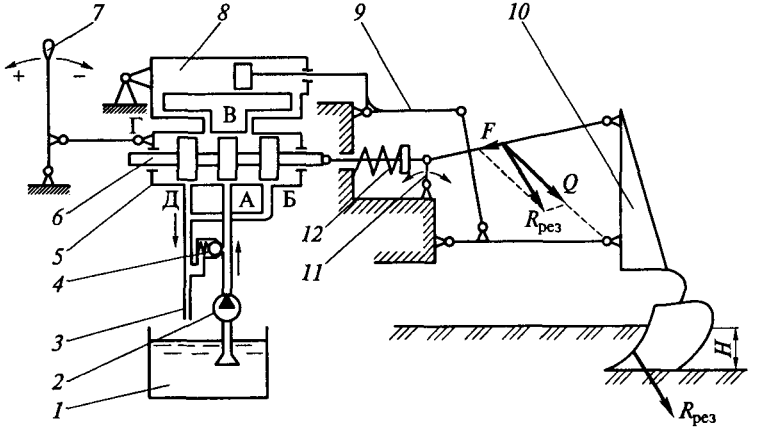


Рис. 5.1. Схема силового способа регулирования навесных орудий:

1 — резервуар; *2* — насос; *3* — канал; *4* — перепускной клапан; *5* — силовой регулятор; *6* — золотник; *7, 9, 11* — рычаги; *8* — гидроцилиндр; *10* — орудие; *12* — пружина; А, Б, Д — отверстия; В, Г — каналы; $R_{рез}$ — результирующая реакций почвы; F, Q — составляющая силы $R_{рез}$ вдоль тяги и по оси подвеса соответственно; H — глубина обработки почвы; +, − — поворот рычага *7* против и по часовой стрелке соответственно

Под действием силы *F* рычаг *11* устанавливается в положении (показано на схеме), когда усилие пружины *12* уравновешивает действие силы *F*. В этом случае масло, подаваемое насосом *2*, открывает перепускной клапан *4* и по каналу *3* сливается в резервуар *1*, так как отверстие А в полость силового регулятора *5* перекрыто. Заперты также объемы масла в поршневой и штоковой полостях гидроцилиндра *8*, фиксируя положение рабочих органов орудия *10*, обрабатывающих почву на глубину *H*.

В случае изменения реакции $R_{рез}$, что может произойти при изменении глубины обработки почвы *H* или свойств почвы, нарушается равновесие между усилием пружины *12* и силой *F*. При увеличении *F* (в случае увеличения глубины обработки почвы) рычаг *11* поворачивается против часовой стрелки, сжимая пружину *12*, и перемещает золотник *6* в левую сторону. Открывается отверстие А, и напор масла по каналу В передается в штоковую полость гидроцилиндра *8*, а поршневая полость по каналу Г соединяется через отверстие Д со сливом. Движение поршня через рычаг *9* и раскосы механизма навески вызывает подъем орудия *10*, возврат к первоначально действующему значению силы *F* и глубине *H*. При этом пружина *12*, разжимаясь, поворачивает рычаг *11* датчика силового регулятора по часовой стрелке, золотник *6* смещается до первоначального положения, показанного на схеме.

При уменьшении $R_{рез}$, что свидетельствует об уменьшении глубины обработки, система автоматически возвращает орудие в положение, соответствующее установленной трактористом глубине *H*, путем сообщения поршневой полости гидроцилиндра *8* с напорной магистралью.

Ручное управление установкой нужной глубины осуществляется через рычаг *7*, связанный тягой с корпусом силового регулятора *5*. При повороте рычага *7* против часовой стрелки (знак «+») корпус регулятора *5*, смещаясь в левую сторону, сообщает напорную магистраль через отверстие А с каналом Г и поршневой полостью гидроцилиндра *8*, что вызывает увеличение глубины обработки почвы и соответственно силы *F*. Под действием силы *F* рычаг *11* поворачивается против часовой стрелки, золотник *6* смещается влево и устанавливается нейтральное положение силового регулятора, но уже при большей глубине обработки *H*.

К достоинствам силового регулирования можно отнести автоматичность поддержания глубины обработки почвы и тягового усилия трактора, простоту установки механизатором необходимой глубины обработки почвы. Недостатками являются влияние физико-механических свойств почвы на глубину получаемой почвообработки, возможность управления только одним орудием, навешенным на основной (задний) механизм навески трактора, а также некоторая сложность гидромеханической системы регулирования.

Как показал опыт, силовое регулирование применяют при агрегатировании трактора с навесными плугами и работе по выровненным полям с однородными свойствами почвы.

Высотное регулирование осуществляется за счет установки на орудии регулируемого по высоте опорно-копирующего колеса *5* (рис. 5.2).

Ручной привод *4* винтовой пары выполняет регулировку вертикального положения колеса *5* и установку необходимой глубины *H*. В результате при движении по полю орудие копирует поверхностный рельеф и тем самым обеспечивается постоянство глубины обработки почвы. Так как орудие связано с остовом *2* трактора механизмом навески, необходимая свобода их относительного вертикального перемещения обеспечивается «плавающим» режимом работы гидроцилиндра *3*.

Достоинствами высотного регулирования являются простота, возможность работы трактора с несколькими орудиями и возможность применения этого способа регулирования с орудиями навесного и прицепного типов. К недостаткам можно отнести повышенное тяговое сопротивление орудия, обусловленное трением колеса на оси и потерями при его качении по почве, и снижение догружающего воздействия орудия на ведущие колеса *1* трактора.

Высотное регулирование нашло очень широкое применение при агрегатировании трактора с почвообрабатывающей, посевной и другой техникой.

Позиционное регулирование обеспечивается определенным фиксированным положением орудия (позиция) по отношению к трактору. Установка необходимой глубины обработки почвы достигается действием гидроцилиндра *1* (рис. 5.3), после чего он переводится в нейтральный режим, на котором и осуществляется движение МТА.

Достоинством этого способа регулирования является предельная простота, так как орудие лишено всех средств регулирования, а на тракторе на протяжении гона гидравлическая система работает только в одном режиме. К недостаткам следует отнести влияние рельефа на постоянство глубины обработки почвы и утечек в гид-

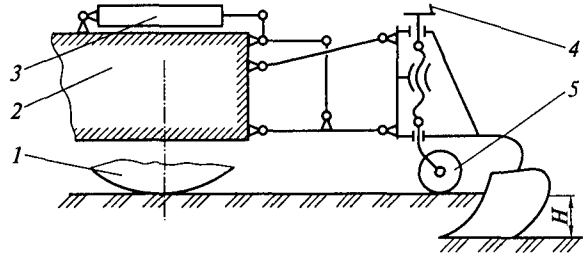


Рис. 5.2. Схема высотного способа регулирования навесных орудий:

1 — ведущее колесо трактора; *2* — остов трактора; *3* — гидроцилиндр; *4* — ручной привод; *5* — опорно-копирующее колесо; *H* — глубина обработки почвы

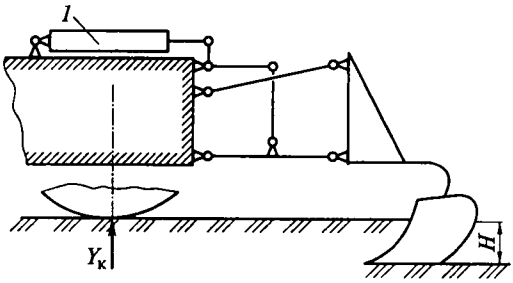


Рис. 5.3. Схема позиционного способа регулирования навесных орудий:
1 — гидроцилиндр; *H* — глубина обработки почвы; $Y_к$ — нормальная реакция почвы

роцилиндре на положение орудия и переменные тягово-сцепные свойства трактора, вызванные изменяющейся по величине нормальной реакцией почвы $Y_к$ на ведущих колесах при движении по неровному рельефу поля.

Обычно позиционное регулирование применяют при агрегатировании с трактором машин-орудий, выполняющих операции, не требующие большой точности глубины обработки.

Комбинированное регулирование представляет собой комбинацию двух способов регулирования из трех вышеперечисленных с целью получения более высокого качества почвообработки, чем при использовании каждого способа в отдельности.

При *высотно-силовом* регулировании почвообрабатывающее орудие оснащается опорными колесами, которые осуществляют поддержание глубины обработки почвы, но в отличие от высотного способа — при меньшей нормальной реакции почвы.

Высотно-позиционное регулирование выполняется с орудием, у которого имеются опорные колеса, ограничивающие вертикальное перемещение рабочих органов при позиционном регулировании.

Позиционно-силовое регулирование выполняется с орудием без опорных колес. Положением орудия управляет через гидроцилиндр регулятор, получающий смешанный (в определенной изменяемой пропорции) сигнал от силового и позиционного датчиков. Соотношением сигналов можно изменять регулирование от чисто позиционного до чисто силового, что позволяет улучшить качество почвообработки.

5.6. Требования сельскохозяйственного производства к конструкции тракторов

Трактор в сборе с разнообразными машинами-орудиями (в составе МТА) выполняет определенный технологический процесс, обусловленный его классификационным назначением. Сельскохо-

зяйственные тракторы в основном движутся по почвам, на плодородие которых влияет давление, оказываемое их движителями. При этом тракторы должны иметь устойчивое прямолинейное движение в период предпосевной обработки почвы и последующей обработки пропашных культур.

К сельскохозяйственному трактору в составе МТА предъявляют различные эксплуатационные, экономические, технические, экологические и другие требования, которые можно условно подразделить на четыре основные группы: требования технологического процесса работы МТА; технико-экономические требования; общетехнические требования; требования охраны труда, безопасности движения и защиты окружающей среды.

Требования технологического процесса работы МТА должны обеспечивать условия для качественного выполнения проводимой работы. Основными агротехническими требованиями сельскохозяйственных тракторов, нарушение которых вызывает снижение плодородия почвы и ухудшение процесса ее обработки, являются следующие:

- малое давление движителей на почву (не более 0,045 МПа для гусеничных и 0,08...0,11 МПа для колесных тракторов);
- относительно малая скорость движения трактора по обрабатываемой почве с целью сохранения ее структуры;
- способность МТА агрегатироваться с большим комплексом машин-орудий как по их установке на тракторе, так и по необходимой тяге на крюке;
- плавность и стабильность прямолинейного движения МТА при минимальных угловых и линейных колебаниях остова трактора;
- хорошая маневренность движения МТА при работе в междурядьях, характеризующаяся минимальным радиусом поворота;
- дорожный просвет (наименьшее расстояние по вертикали от опорной поверхности до элементов конструкции трактора) должен быть не менее 360 мм у гусеничных тракторов и 470 мм под задним мостом у универсально-пропашных тракторов;
- агротехнический просвет (расстояние по вертикали от опорной поверхности до наименее удаленных элементов конструкции трактора над рядком культурных растений) должен составлять 400...550 мм для основных низкостебельных культур (картофель, свекла и др.) и 650...750 мм для высокостебельных культур (кукуруза, подсолнечник и др.);
- защитная зона (расстояние по горизонтали от середины рядка до края колеса или гусеницы трактора, зависящее от фазы развития растений и вида обработки) при возделывании пропашных культур должна быть не менее 120...150 мм;
- колея и габаритные размеры трактора должны обеспечивать конструктивную взаимную увязку с агрегатируемыми сельскохозяйственными машинами, а также возможность работы универ-

сально-пропашных тракторов в междурядьях шириной 450; 600; 700; 900 мм и на транспортных работах;

• наименьший радиус поворота трактора должен составлять 3...4,5 м для колесных универсально-пропашных тракторов, 6,5... 7,5 м для колесных тракторов общего назначения и 2...2,5 м для гусеничных тракторов.

Технико-экономические требования относятся ко всем тракторам. Важнейшими из них являются требования высокой производительности МТА и его экономичности. *Производительность*, га/ч, оценивается почасовой выработкой, которая для сельскохозяйственных МТА в основном зависит от ширины его захвата и скорости движения, т.е. от тягового усилия трактора, числа и диапазона передач, величины буксования движителей. *Экономичность* работы МТА обычно оценивают по расходу топлива на единицу выполненной работы. Топливная экономичность в основном зависит от удельного расхода топлива двигателем при различных режимах его работы, от потерь при непроизводительных остановках МТА, от подбора передачи и других эксплуатационных причин. Единицами топливной экономичности являются кг/га, кг/т и кг/(т·км) соответственно при выполнении полевых, землеройных и транспортных работ.

Общетехнические требования направлены на обеспечение надежности самого трактора и удобство его ТО и ремонта. Надежность трактора характеризуется его долговечностью, безотказностью, ремонтопригодностью и сохраняемостью. Основными показателями *долговечности* являются средний срок службы и ресурс. *Срок службы* — календарная продолжительность, лет, всего времени использования трактора. Срок службы трактора 8—15 лет и зависит от его годовой загрузки и качества эксплуатации. *Ресурс* характеризует наработку, ч или мото-ч, агрегатов и узлов трактора до достижения ими предельного состояния. Ресурс для разных агрегатов, узлов и деталей составляет 6 000... 10 000 мото-ч.

Требования охраны труда, безопасности движения и защиты окружающей среды в целом направлены на облегчение труда и безопасности механизатора при работе МТА. К основным требованиям этой группы можно отнести следующие:

• обеспечение комфортности работы механизатора (совершенствование системы подвески его сиденья, создание необходимого микроклимата внутри кабины, уменьшение в ней уровня шума и т.п.);

• малые усилия на органах управления движением трактора, работой гидравлической навесной системы и удобство их расположения по отношению к механизатору;

• надежность работы тормозных механизмов трактора как при движении МТА, так и при его остановке на уклонах;

• применение травмобезопасной кабины трактора с защитными приспособлениями при его опрокидывании;

• малый внешний уровень шума МТА;

• отсутствие выбросов отработавших масел, топлива и других ядовитых веществ на почву, небольшая токсичность выхлопных газов двигателя и токсичных продуктов изнашивания, загрязняющих природу.

5.7. Приспособленность конструкции трактора к агрегатированию и выполнению технологических операций

Изложенные ранее разнообразные требования к МТА могут быть удовлетворены только на основе многоуровневого системного подхода. При этом на каждом уровне или этапе в соответствии с критерием оптимизации составляется самостоятельная математическая модель, по которой определяются оптимальные параметры и режимы работы, необходимые для комплектования агрегата. Основные задачи комплектования агрегатов на базе имеющейся в хозяйстве техники сводятся к выбору состава и скоростного режима и соответственно решаются на двух уровнях.

На *первом уровне* (этапе) в зависимости от природно-производственных условий выполнения операции (длина гона, размер поля, среднее удельное сопротивление рабочих машин данного типа и др.) выбирают трактор, удовлетворяющий требованиям ресурсосбережения, высокой производительности, охраны окружающей среды и т.д.

На *втором уровне* (этапе) для выбранного трактора по соответствующему критерию ресурсосбережения рассчитывают оптимальные значения рабочей скорости и ширины захвата агрегата с последующим выбором числа машин и сцепки. Для тракторных транспортных агрегатов вместо ширины захвата определяют массу перевозимого груза и число прицепов.

Для решения задач первого уровня по выбору трактора в качестве критериев оптимальности необходимо определить производительность и соответствующие эксплуатационные затраты. Задачи второго уровня практически сводятся к задачам оптимизации режима рабочего хода агрегата. Рассмотрим методы решения проблем второго уровня по комплектованию ресурсосберегающих агрегатов на базе основных типов тракторов с заданной мощностью.

Например, для полевых агрегатов следует определить такие оптимальные значения ширины захвата B_{opt} и рабочей скорости v_{opt}, при которых удельные энергозатраты и соответствующий расход топлива на единицу обработанной площади при рабочем ходе МТА будут минимальными. Критерий оптимальности применительно к такому трактору с номинальной мощностью $N_н$

$$E_{\text{п}} = \frac{\varepsilon_N N_{\text{н}} T_{\text{у.р}}}{BS_{\text{р}}} \rightarrow \min,$$

где $E_{\text{п}}$ — удельные энергозатраты при рабочем ходе МТА, Дж/м^2; ε_N — коэффициент использования мощности; $T_{\text{у.р}}$ — продолжительность установившегося рабочего хода, с; B и $S_{\text{р}}$ — соответственно ширина захвата и рабочий путь агрегата, м.

С учетом средней рабочей скорости $v = S_{\text{р}}/T_{\text{у.р}}$ можно получить более удобное выражение критерия оптимальности:

$$E_{\text{п}} = \frac{\varepsilon_N N_{\text{н}}}{Bv} \rightarrow \min. \qquad (5.1)$$

Величина $\text{П} = BS_{\text{р}}/T_{\text{у.р}} = Bv$ представляет собой производительность агрегата в единицу основного (чистого) времени, м^2/с. Соответственно критерий $E_{\text{п}}$ эквивалентен максимуму удельной (в расчете на единицу мощности) чистой производительности агрегата

$$\text{П}_N = \frac{Bv}{\varepsilon_N N_{\text{н}}} \rightarrow \max.$$

Критерий П_N можно трактовать и как максимум обработанной площади в расчете на единицу затраченной энергии, м^2/Дж.

При заданной мощности трактора в качестве критерия оптимальности можно рассматривать также максимум чистой производительности

$$\text{П} = Bv \rightarrow \max.$$

Нетрудно показать, что критерий $E_{\text{п}}$, определяемый выражением (5.1), эквивалентен также минимуму удельного рабочего расхода топлива, необходимого для обработки единицы площади:

$$\theta_{\text{р}} = \frac{G_{\text{т}}}{Bv} = \frac{\varepsilon_N g_e N_{\text{н}}}{Bv}, \qquad (5.2)$$

где $G_{\text{т}}$ — расход топлива в единицу времени, кг/ч; g_e — удельный расход топлива, г/(кВт·ч).

При нормальной нагрузке двигателя удельный расход топлива g_e приближенно можно принять постоянным, что будет свидетельствовать об эквивалентности критериев $E_{\text{п}}$ и $\theta_{\text{р}}$, определяемых выражениями (5.1) и (5.2) соответственно. Тот или иной эквивалентный критерий выбирают по соображениям удобства решения конкретной задачи.

В последующих расчетах чаще будем использовать обобщенный критерий оптимальности (5.1). Для обеспечения работоспособности агрегата в качестве условия связи должен соблюдаться баланс мощностей двигателя и всех сил сопротивления:

$$\varepsilon_N N_{\text{н}} = N_{\text{в}} + N_{\text{т}} = N_{\text{в.х}} + N_{\text{в.р}} + N_{\text{т}}, \qquad (5.3)$$

где $N_в$ и $N_т$ — мощности, реализуемые соответственно через ВОМ и на тяговые процессы, Вт; $N_{в.х}$ — мощность на холостой привод механизмов, связанных с ВОМ, Вт; $N_{в.р}$ — мощность, потребная непосредственно для технологического процесса, осуществляемого через ВОМ, Вт.

Должны удовлетворяться также возможные ограничения на буксование δ, рабочую скорость v и ширину захвата B с учетом их допустимых значений $\delta_д$, $v_д$, $B_д$ в виде

$$\delta < \delta_д;\ v < v_д;\ B < B_д. \qquad (5.4)$$

При необходимости возможен учет и других ограничений, включая уплотняющее воздействие на почву и т. п.

Выражения (5.1), (5.3) и (5.4) представляют собой исходную обобщенную математическую модель для расчета МТА любых типов в следующей логической последовательности.

Сначала подставляем в выражение (5.3) значения слагаемых $N_в$ и $N_т$ в функции скорости v и ширины захвата B:

$$N_в = f_в(v,\ B);\ N_т = f_т(v,\ B).$$

Затем из полученного баланса мощности выражаем B в виде функции

$$B = f(N_н,\ \varepsilon_N,\ v). \qquad (5.5)$$

В результате получаем критерий оптимальности

$$E_п = \frac{\varepsilon_N N_н}{f\left(N_н, \varepsilon_N, v\right) v} \to \min.$$

По условию $dE_п/dv = 0$ определяем оптимальную скорость v_{opt} МТА при $E_п = E_{п\,min}$.

Подставив значение v_{opt} в выражение (5.5), рассчитываем оптимальную ширину захвата B_{opt}, после чего можно определить оптимальные значения мощностей, реализуемых соответственно через ВОМ $N_{в\,opt}$ и на тяговые процессы $N_{т\,opt}$.

Для многомашинных МТА по значению B_{opt} определяем оптимальное расчетное число машин данной ширины захвата $B_м$:

$$n_{м\,opt} = B_{opt}/B_м.$$

Фактическое число машин $n_м$ получаем округлением $n_{м\,opt}$ до целого значения по условию

$$n_м \le n_{м\,opt}.$$

Рабочая ширина захвата МТА

$$B = n_м B_м.$$

Затем определяем расчетный фронт сцепки

$$\Phi_{с.р} = (n_м - 1)B_м,$$

по которому выбираем сцепку с фронтом $\Phi_с$, удовлетворяющим условию

$$\Phi_с \geq \Phi_{с.р}.$$

По фактическим значениям B и v вычисляем значения мощностей $N_в$ и $N_т$. Завершается расчет МТА определением расчетного значения степени использования мощности двигателя

$$\varepsilon_{Np} = (N_в + N_т)/N_н.$$

Если при этом ε_{Np} много меньше его допустимого значения ε_N, то по балансу мощности следует выявить возможность работы МТА на более высокой скорости с учетом допустимого значения $v_д$. При отсутствии такой возможности рекомендуется включить более высокую передачу при пониженной подаче топлива, в результате чего достигается некоторая экономия топлива.

Таким образом, получено решение задач по комплектованию энергосберегающих МТА всех типов. Практическое применение такой обобщенной математической модели наиболее эффективно на стадии проектирования перспективных МТА с использованием быстродействующей вычислительной техники.

5.8. Способы борьбы с загрязнением окружающей среды при эксплуатации тракторов

Использование тракторами, другими самоходными машинами углеводородных топлив нефтяного происхождения сопровождается не только их потерями, но и выбросом в атмосферу большого количества вредных веществ с отработавшими газами. При потерях топлива во время заправки машин и через неплотности в шлангах и прокладках не только повышается расход топливозаправочных материалов, но и загрязняется почва, водоемы.

Грунтовые и поверхностные воды в большей степени подвержены опасности загрязнения нефтепродуктами, даже самое небольшое количество которых может сильно изменить качество воды и привести к гибели живых организмов. Например, пленка из углеводородов на поверхности воды затрудняет процесс окисления, что оказывает вредное влияние на нормальное развитие растений и животных. Поэтому в ГОСТ 20793—86 «Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание» предусмотрено, что проведение смазочно-заправочных операций должно исключать возможность попадания сливаемых отработавших нефтепродуктов на почву.

Отрицательное влияние на окружающую среду тракторов во время работы весьма ощутимо, так как они выбрасывают в атмо-

сферу вредные вещества недалеко от поверхности земли, в зоне деятельности человека. Выбросы оксида углерода CO и других вредных веществ двигателем машины возрастают с увеличением наработки и через 2 000 мото-ч наработки могут вдвое превысить норму, если двигатель не подвергается периодическому ТО. Поэтому значительна роль диагностики, своевременного ТО и ремонта.

Кроме токсичных веществ отработавших газов в атмосферу поступает около 5 % расходуемого топлива с парами топлива из карбюратора и топливного бака.

В выпускных газах машин с дизелем много канцерогенных веществ и оксидов азота. Вредные вещества, накапливаясь в организме, становятся причинами многих тяжких заболеваний.

Отрицательное воздействие на человека и окружающую среду дополняют шум, вибрация и уплотнение почвы, создаваемые работой машины.

Пути снижения токсичности отработавших газов. В условиях эксплуатации основной путь снижения токсичности отработавших газов — соблюдение и проведение регулировок, снижение расхода топлива, качественный ремонт машин и тракторов. Повышение токсичности отработавших газов при большом расходе топлива происходит из-за неправильной регулировки и повышения уровня топлива в поплавковой камере карбюратора, засорения воздушных фильтров.

На расход топлива и токсичность отработавших газов влияет техническое состояние газораспределительного механизма (изменение тепловых зазоров и подгорание выпускных клапанов), а также системы зажигания (изменение зазоров в прерывателе-распределителе и свечах зажигания).

Современные двигатели тракторов оборудуют специальными системами для снижения концентрации токсичных веществ путем воздействия на рабочий процесс, а также устройствами для нейтрализации и очистки газов в выпускном трубопроводе (нейтрализаторы и очистители). В термических и каталитических нейтрализаторах происходят химические реакции, в результате чего уменьшается количество газовых компонентов токсичных веществ. Очистители (механические и водяные) применяют для очистки отработавших газов от механических частиц (сажи) и капелек масла.

Контроль токсичности отработавших газов. Все находящиеся в эксплуатации машины должны подвергаться контролю на токсичность отработавших газов с целью сокращения выбросов вредных веществ в окружающую среду. Не допускаются производство и эксплуатация машин, в выбросах двигателей которых содержание загрязняющих и токсичных веществ превышает установленные нормативы. Нарушение этих правил эксплуатации машин влечет за собой не только административную и материальную, но и уголовную ответственность.

В ГОСТ Р 52033—2003 содержатся необходимые для контроля токсичности данные, допустимые нормы дымности отработавших газов дизелей при свободном ускорении 40 % и максимальной частоте вращения коленчатого вала не более 15 %.

Содержание СО в отработавших газах определяют на прогретом двигателе в режиме холостого хода и при минимальной частоте вращения коленчатого вала, численно равной 0,6 номинальной. При определении содержания СО применяют газоанализаторы моделей ИСО НИИАТ, ГАИ-1, НИИАТ-651, ОА-2109, К-456 и др. Повышенное содержание СО при малой частоте вращения коленчатого вала двигателя свидетельствует о неправильной регулировке системы холостого хода карбюратора, а на большой частоте вращения — о неисправности главной дозирующей системы или неплотности прилегания клапанов экономайзера и ускорительного насоса.

Для контроля дымности применяют дымомер, который позволяет проверить соответствие дизеля нормативно-техническим документам по показателю дымности.

Пути и условия минимализации обработки почвы. Возрастающее механическое воздействие на почву повлекло ряд явлений негативного аспекта.

Во-первых, механическая обработка почвы поглощает около 40 % энергетических и свыше 25 % трудовых затрат в земледелии. Во-вторых, возрастающее механическое давление на почву как вследствие возрастания массы движителей, так и частоты движения агрегатов по полю резко усилило деградацию почвы: плотность почвы и ее сопротивление обработке резко возросли, содержание гумуса в почве за последние 60 лет снизилось на 25...30 %, усилились эрозионные процессы. В-третьих, хотя механическое воздействие на почву за последние 20 лет возросло в 3,5 раза, урожайность культур от переуплотнения почв снижается на 12...30 %. Эти и другие негативные аспекты резко повысили актуальность минимализации обработки почвы в современном земледелии.

Основные пути минимализации обработки почв состоят в следующем:

- сокращение числа обработок вследствие выполнения их при оптимальном физическом состоянии почвы;
- уменьшение глубины обработки почвы, используя агротехнически обоснованное чередование глубоких и поверхностных приемов;
- совмещение выполнения нескольких технологических операций за один проход МТА;
- уменьшение площади обрабатываемой поверхности за счет широкого использования пестицидов на остальной площади;
- использование движителей и почвообратывающих орудий с минимальным удельным давлением на почву.

Однако реализация этих путей возможна только при соблюдении в практике земледелия определенных условий:

- сформировать равновесную плотность почвы соответственно оптимальной плотности для культур (для зерновых 1,1 ... 1,3 г/см^3, для пропашных 1 ... 1,2 г/см^3);
- поддерживать общую пористость почвы не менее 50 ... 55 % и пористости аэрации более 15 ... 20 %;
- обеспечить водопроницаемость почвы не менее 60 мм/ч;
- сохранять полевую влагоемкость почвы около 30 ... 33 %;
- поддерживать содержание водопрочных агрегатов макроструктуры свыше 40 %;
- сформировать мощность пахотного слоя не менее 200 ... 220 мм.

Для выполнения этих условий необходимо в процессе сельскохозяйственных работ четко соблюдать требования агротехники возделывания различных культур, комплектования ресурсосберегающих МТА, применения современной техники с системами нейтрализации вредного воздействия на окружающую среду.

Глава 6

ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАКТОРОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

6.1. Основные эксплуатационно-технологические свойства сельскохозяйственных машин

К основным эксплуатационно-технологическим свойствам сельскохозяйственных машин относятся агротехнологические и энергетические.

Агротехнологические свойства. Такие свойства рабочих машин характеризуют качество выполнения технологических процессов. Для каждого технологического процесса и различных типов машин применяют множество показателей оценки их агротехнологических свойств, которые условно можно разделить на четыре группы.

Первая группа объединяет показатели, характеризующие технологические возможности сельскохозяйственных машин. К ним относятся предельные или допустимые показатели режимов работы и других характеристик, определяющих допустимость технологического процесса: влажность; засоренность и твердость почвы; урожайность; полеглость культур; скорость движения машины и т. п.

При выполнении различных работ в зависимости от агротехнических требований, качества выполнения технологического процесса, применяемых машин установлены рекомендуемые и предельно допустимые скорости движения агрегатов. Рекомендуемые скорости движения для выполнения основных работ приведены в табл. 6.1. Такие скорости движения обеспечивают современные энергонасыщенные тракторы ЛТЗ-155, ДТ-175С и др.

Таблица 6.1

Рекомендуемые скорости движения машин на основных работах

Вид работы	Скорость движения машин, м/с	
	обычных	скоростных
Вспашка	1,3...2,4	2,0...3,3
Лущение дисковыми орудиями	1,1...2,5	2,2...3,6
Боронование зубовыми боронами	1,1...2,0	1,7...3,6
Сплошная культивация	1,7...2,8	2,2...4,2
Посев зерновых и зернобобовых	2,0...2,8	2,2...3,9
Уборка зерновых	0,8...2,2	—

Из приведенных данных видно, что на многих видах работ можно применять повышенные скорости движения. Однако необходимо учитывать, что использование МТА на повышенных скоростях предъявляет требования к поверхности поля. Поверхность должна быть ровной, не иметь разъемных борозд и свальных гребней, больших глыб, следов от колес машин.

Вторая группа показателей оценивает качество работы сельскохозяйственных машин. Для почвообрабатывающих машин к показателям качества относятся глубина обработки, крошение почвы, выровненность поверхности, подрезание сорняков и заделка растительных остатков; для посевных и посадочных машин — количество семян (норма высева) и распределение их по площади (в рядках), глубина их заделки и т. п.; для машин по уходу за посевами — уничтожение сорняков, повреждение культурных растений, норма внесения материалов (удобрений, пестицидов и т. п.); для уборочных — потери, повреждение и засорение примесями основной продукции, засорение почвы сорняками и т. п.

Третья группа показателей характеризует устойчивость протекания технологического процесса.

К *четвертой группе* относится обобщающий показатель, характеризующий влияние машин на плодородие почв, урожайность, качество и сохранность продукции.

Энергетические свойства рабочих машин. Основным показателем энергетических свойств рабочих машин является их тяговое сопротивление, возникающее в процессе выполнения агрегатом технологических операций. Под тяговым сопротивлением рабочей машины подразумевают суммарную силу сопротивления, возникающую при перемещении по полю. По значению сила сопротивления равна тяговому усилию, которое необходимо приложить со стороны трактора или другой мобильной энергомашины. При этом должно учитываться также сопротивление перемещению вспомогательных устройств типа сцепки.

Основная задача при изучении данного энергетического показателя заключается в определении влияния основных факторов на тяговое сопротивление машин с целью последующего обоснования энергосберегающих режимов работы. Общее тяговое сопротивление складывается из сил сопротивления перемещению машины по полю в составе агрегата и сил взаимодействия рабочих органов с обрабатываемой средой. Численное значение тягового сопротивления машины зависит от множества факторов, основными из которых являются физико-механические свойства обрабатываемых материалов (влажность, плотность и др.); конструктивные особенности рабочих органов и всей машины; ширина захвата; глубина обработки почвы; рабочая скорость; уровень ТО и др. Достаточно полное аналитическое описание влияния такого множества факторов (изменяющихся как в пространстве, так и во вре-

мени) на тяговое сопротивление машин представляет собой очень сложную задачу.

Различают рабочее тяговое сопротивление, которое оказывает машина при движении в рабочем состоянии, и сопротивление на холостом ходу, возникающее при движении машины с выключенными рабочими органами (в транспортном положении). Для удобства определения тягового сопротивления машин вводят понятие удельного сопротивления, которое равно рабочему тяговому сопротивлению, приходящемуся на единицу ширины захвата машины, кН/м, или на единицу сечения обрабатываемого пласта, кН/м^2.

Рабочее сопротивление машины $R_м$ определяют по формуле

$$R_м = k_м B_м,$$

где $k_м$ — удельное сопротивление машины, кН/м; $B_м$ — конструктивная ширина захвата рабочей машины, м.

Рабочее сопротивление плуга $R_{пл}$ рассчитывают с учетом глубины вспашки:

$$R_{пл} = k_{пл} h B_{пл},$$

где $k_{пл}$ — удельное сопротивление плуга, кН/м^2; h — глубина вспашки, м; $B_{пл}$ — ширина захвата плуга, м.

Значения удельного сопротивления машин и плугов определяют экспериментально. Они отражают суммарное сопротивление машины, включая затраты на ее перекатывание.

Сопротивление на холостом ходу при движении рабочих машин в транспортном положении и для транспортных машин определяют по формуле

$$R_х = f_м g_м B_м, \qquad (6.1)$$

где $f_м$ — коэффициент сопротивления перекатыванию при движении машины (сцепки); $g_м$ — сила тяжести сельскохозяйственной машины (сцепки), приходящаяся на 1 м ширины захвата, кН/м.

Значения удельного сопротивления плугов $k_{пл}$ и сельскохозяйственных машин $k_м$, силы тяжести $g_м$ и коэффициента сопротивления перекатыванию $f_м$ машин (сцепок) приведены в справочной литературе.

Если часть мощности трактора передается на привод рабочих органов машины через ВОМ, общее *сопротивление тягово-приводной машины* на ровном участке

$$R_м = k_м B_м + \eta_{тр} N_в / \eta_в v_т,$$

где $N_в$ — мощность, снимаемая тягово-приводной машиной с ВОМ, кВт, значение устанавливают по данным испытаний машин, которые приведены в справочной литературе; $\eta_в$ — КПД ВОМ, $\eta_в = 0{,}95$; $\eta_{тр}$ — КПД трансмиссии; $v_т$ — теоретическая скорость движения, м/с.

Сцепки как вспомогательные устройства в составе агрегата предназначены для соединения рабочих машин с трактором или другой энергомашиной в соответствии с предъявляемыми требованиями: высокое качество выполнения технологического процесса; рациональная загрузка двигателя; высокая надежность и маневренность; удобство комплектования МТА и др. В зависимости от способа присоединения к энергомашине различают прицепные, навесные и полунавесные сцепки. Классифицируют сцепки также по некоторым другим признакам, отражающим конструктивные особенности и возможные варианты присоединения к рабочим машинам. Основные эксплуатационные свойства сцепок — фронт сцепки, кинематическая длина и тяговое сопротивление.

Фронт сцепки как важнейшая эксплуатационная характеристика представляет собой возможное наибольшее расстояние между крайними точками, к которым можно присоединить рабочие машины при удовлетворении приведенных выше требований. По значению фронта сцепки определяют возможное число $n_м$ присоединяемых машин с шириной захвата $B_м$ в соответствии с формулой

$$n_м = \Phi_с / B_м + 1,$$

где $\Phi_с$ — фронт сцепки, м.

Кинематическая длина сцепки равна расстоянию между точками присоединения сцепки к трактору и последнего ряда рабочих машин к самой сцепке по ходу агрегата. От фронта и кинематической длины сцепки зависят радиус поворота агрегата, а также ширина поворотной полосы.

Тяговое сопротивление сцепки

$$R_с = g m_с (f_с \cos\alpha \pm \sin\alpha) = g m_с \psi_с,$$

где g — ускорение свободного падения, $g = 9{,}81$ м/с^2; $m_с$ — масса сцепки, кг; $f_с$ — коэффициент сопротивления качению сцепки; α — угол подъема поверхности поля; $\psi_с$ — коэффициент сопротивления движению сцепки.

В сельском хозяйстве наиболее широко используют универсальные гидрофицированные сцепки СП-11А с фронтом 7 м и СП-16А с фронтом 13,5 м, а также сцепку для борон СГ-21 с фронтом 21 м.

На тяговое сопротивление машин оказывают влияние природно-климатические, конструктивные и эксплуатационные факторы.

Природно-климатические факторы включают в себя тип и состояние почвы, наличие каменистых включений, метеорологические условия, свойства обрабатываемых материалов, состояние поверхности поля.

Удельное сопротивление плуга изменяется в зависимости от типа почв: чем больше в почве содержится глинистых частиц, тем выше удельное сопротивление плуга. Легкими принято считать почвы при

удельном сопротивлении плуга $k_{пл}$ < 30 кПа, средними — при $k_{пл}$ = 30...50 кПа, тяжелыми — при $k_{пл}$ = 50...85 кПа, очень тяжелыми — при $k_{пл}$ > 85 кПа.

Конструктивные факторы — это тип, форма и число рабочих органов, их материал, тип ходового аппарата, масса машины и др. Из всех конструктивных факторов главным является форма рабочих органов.

Для снижения тягового сопротивления рабочие органы при изготовлении покрывают специальными материалами, применяют новые виды обработки и формы поверхности с целью уменьшения коэффициента трения, устанавливают конструктивные элементы, позволяющие заменить трение скольжения трением качения, а также уменьшают массу машины, устанавливают пневматические шины низкого давления и т. п.

Эксплуатационные факторы включают в себя факторы, которые характеризуют техническое состояние машины (степень изношенности рабочих органов, правильность регулировок и др.) и эксплуатационные режимы работы (скорость движения, глубина обработки и т. п.).

Для снижения тягового сопротивления машин необходимо постоянно поддерживать рабочие органы в хорошем техническом состоянии. Так, например, затупление лемехов плуга может увеличить его сопротивление до 30 %, затупление лап культиватора, отсутствие вращения дисков сошников сеялок могут увеличить тяговое сопротивление машин на 10...20 %.

Неправильное присоединение плуга к трактору кроме увеличения тягового сопротивления ухудшает управляемость агрегата и качество вспашки.

Следовательно, для снижения тягового сопротивления агрегата необходимо своевременно проводить ТО, правильно прицеплять или навешивать машины, собирать и регулировать механизмы, проводить работы при оптимальном состоянии почвы, выбирать наиболее рациональную скорость движения агрегата.

6.2. Тяговый баланс машинно-тракторных агрегатов

Энергия, вырабатываемая двигателем трактора или другой энергомашины, частично или полностью расходуется на преодоление тягового сопротивления рабочих машин. В связи с этим важно установить рациональные соотношения между силами, действующими на энергомашину при рабочем ходе в составе агрегата.

Соответствующая упрощенная схема сил, действующих на трактор в продольно-вертикальной плоскости при установившемся движении показана на рис. 6.1. Под R_0 подразумевается общее сопротивление сельскохозяйственного орудия, составляющие которого

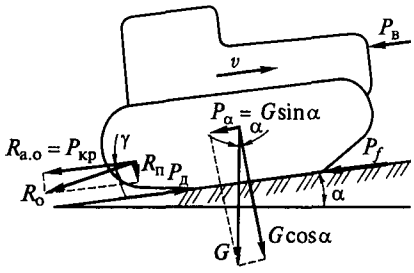


Рис. 6.1. Схема сил, действующих на трактор:

G — вес трактора; $R_о$ — сила общего сопротивления сельскохозяйственного орудия; $R_{а.о}$ — горизонтальная составляющая силы сопротивления $R_о$ (сила сопротивления агрегата); $R_п$ — вертикальная составляющая силы сопротивления $R_о$; $P_{кр}$ — сила тяги на крюке агрегата; $P_д$ — сила тяги двигателя; $P_в$ — сила сопротивления воздуха; P_f — сила сопротивления перемещению; $P_α$ — сила тяги на подъем; v — скорость агрегата; α — угол подъема агрегата; γ — угол наклона опорной поверхности

$R_{а.о} = P_{кр} = R_о\cos\gamma$ и $P_п = P_{кр}\operatorname{tg}\gamma$, направленные соответственно параллельно и перпендикулярно опорной поверхности.

Основную долю тягового сопротивления агрегата составляет сила $P_{кр}$, для преодоления которой трактор должен развивать равное ей по значению тяговое (крюковое) усилие в направлении вектора скорости v.

Эксплуатационный вес G трактора также можно разложить на составляющие: $P_α = G\sin\alpha$ и $G\cos\alpha$. Сила P_f характеризует суммарное сопротивление перемещению (перекатыванию) трактора. Сопротивление воздуха $P_в$ при выполнении полевых и других тракторных работ незначительно, поэтому для практических расчетов принимают $P_в = 0$.

Из условия равновесия сил, действующих на трактор в продольно-вертикальной плоскости, с учетом принятых допущений получим

$$P_д = P_к = P_{кр} + P_α + P_f, \qquad (6.2)$$

где $P_д$ — сила тяги двигателя; $P_к$ — сила тяги на колесе; $P_{кр}$ — тяговое усилие; $P_α$ — сила тяги на подъем; P_f — сила сопротивления перемещению.

С учетом выражений $P_α = \pm G\sin\alpha$ и $P_f = fG\cos\alpha$ формула (6.2) примет вид

$$P_к = P_{кр} + G(f\cos\alpha \pm \sin\alpha) = P_{кр} + m_э g\psi = P_{кр} + P_\psi,$$

где $m_э$ — эксплуатационная масса трактора, кг; f — коэффициент сопротивления качению трактора; $\psi = f\cos\alpha \pm \sin\alpha$ — коэффициент сопротивления движению трактора.

Знаки «+», «–» принимают соответственно для подъема и спуска в условиях неровного рельефа. Равенство (6.2) представляет

собой тяговый баланс трактора при установившемся движении агрегата.

Возможность агрегатирования трактора с сельскохозяйственными машинами определяется по развиваемому в заданных условиях тяговому усилию

$$P_{кр} = P_к - P_\psi = \varepsilon_N N_н i_{тр}\eta_{тр}/(rn) - m_э g\psi, \qquad (6.3)$$

где $i_{тр}$ — передаточное число трансмиссии; $\eta_{тр}$ — КПД трансмиссии; r — радиус ведущего колеса, м; n — частота вращения вала двигателя, $с^{-1}$.

При нормальной нагрузке двигателя можно принять $n = n_н$.

Для тягово-приводных агрегатов

$$P_{кр} = \varepsilon_N N_н(1 - \mu_в)i_{тр}\eta_{тр}/(rn) - m_э g\psi, \qquad (6.4)$$

где $\mu_в = N_в/(\varepsilon_N\eta_в N_н)$ — доля мощности двигателя, реализуемая через ВОМ.

Наибольшее тяговое усилие трактора $P_{кр\,max}$ на данной передаче получают при максимальном крутящем моменте M_{max} двигателя:

$$P_{кр\,max} = i_{тр}\eta_{тр}M_{max}/r - m_э g\psi.$$

Сопоставляя значения $P_{кр}$, рассчитанные по формуле (6.3) или (6.4), с тяговым сопротивлением агрегата, можно предварительно оценить возможности агрегатирования трактора с соответствующими сельскохозяйственными машинами. При выборе тягового усилия и соответствующей передачи трактора необходимо, чтобы буксование движителей не превышало допустимые значения.

Буксование δ непосредственно зависит от тягового усилия $P_{кр}$ трактора. Однако, чтобы получить обобщенные зависимости для однотипных тракторов на одноименных почвенных фонах, значение δ удобнее определять в функции коэффициента использования сцепного $\varphi_{кр.с}$ или эксплуатационного $\varphi_{кр}$ веса, которые рассчитывают по формулам

$$\varphi_{кр.с} = \frac{P_{кр}}{G_с} = \frac{P_{кр}}{G\lambda} = \frac{P_{кр}}{m_э g\lambda}; \quad \varphi_{кр} = \frac{P_{кр}}{G} = \frac{P_{кр}}{m_э g},$$

где λ — коэффициент нагрузки на ведущие колеса.

Для практических расчетов удобнее пользоваться зависимостью

$$\delta = f(\varphi_{кр}) = f\left(\frac{P_{кр}}{m_э g}\right),$$

так как по опытным данным часто невозможно получить надежные значения λ. Исходя из этого в дальнейшем в основном используют коэффициент $\varphi_{кр}$. Характер изменения буксования δ в функции $\varphi_{кр}$ показан на рис. 6.2.

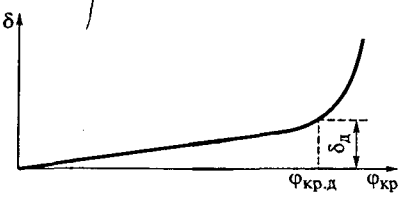


Рис. 6.2. Зависимость буксования δ от коэффициента использования эксплуатационного веса трактора $\varphi_{кр}$:
$\delta_д$ — допустимое значение буксования; $\varphi_{кр.д}$ — допустимое значение коэффициента использования эксплуатационного веса трактора

Расчет состава машинно-тракторного агрегата. Правильно скомплектованный МТА должен обеспечивать качественное выполнение работ в соответствии с агротехническими требованиями: наивысшую производительность; наименьшие затраты труда и материальных средств; хорошую маневренность; хорошую проходимость при переездах с одного участка на другой; нормальные условия труда и безопасность работы.

В основе расчета лежит рациональное соотношение тяговых свойств тракторов и сопротивления машин-орудий в заданных условиях использования.

Состав агрегата рассчитывают в следующей последовательности.

1. Выбирают тип сельскохозяйственных машин, марку трактора, диапазон рабочих скоростей движения агрегата в соответствии с агротехническими требованиями к технологической операции и условиями работы в загоне (см. табл. 6.1).

2. Зная марку трактора и диапазон рабочих скоростей движения, подбирают передачи и соответствующие им значения номинальной силы тяги на крюке трактора.

3. Определяют максимальную ширину захвата агрегата $B_а$ для этих передач:

прицепного (тягового) агрегата

$$B_а = (P_{кр.н} + R_с)/k_м, \qquad (6.5)$$

где $P_{кр.н}$ — номинальная сила тяги на крюке трактора, кН; $R_с$ — сопротивление передвижению сцепки, кН; $k_м$ — удельное сопротивление машины, кН/м;

прицепного комплексного агрегата

$$B_а = P_{кр.н}/(k_1 + k_2 + ... + k_n),$$

где k_1, k_2, ..., k_n — удельные сопротивления машин, входящих в агрегат, кН/м.

4. Рассчитывают число машин в агрегате по формуле

$$n_м = B_а/B_м. \qquad (6.6)$$

Полученный результат округляют до целого числа в сторону уменьшения, чтобы иметь некоторый запас тягового усилия.

5. Определяют рабочее тяговое сопротивление агрегата:

прицепного со сцепкой

$$R_а = k_м B_м n_м + R_с; \qquad (6.7)$$

тягово-приводного

$$R_а = k_м B_м n_м + R_{доп},$$

где $R_{доп}$ — дополнительное тяговое сопротивление.

6. Вычисляют коэффициент использования номинальной силы тяги трактора для выбранных передач

$$\xi_р = R_а / P_{кр.н}. \qquad (6.8)$$

Расчетные значения коэффициента использования номинальной силы тяги должны находиться в допустимых пределах, и по наибольшему из них определяют рабочую передачу.

Если на полях есть подъемы, при определении тягового сопротивления агрегата необходимо учитывать усилие, затрачиваемое на преодоление подъема машиной и сцепкой.

Для пахотных агрегатов сначала определяют сопротивление одного корпуса

$$R_{кор} = k_{пл} H b,$$

где H — глубина пахотного слоя, м; b — ширина захвата корпуса плуга, м.

Затем определяют число корпусов для выбранных передач

$$n_{кор} = P_{кр.н} / R_{кор}.$$

Полученный результат округляют до целого числа в сторону уменьшения.

Для принятого числа корпусов определяют рабочее тяговое сопротивление пахотного агрегата и рассчитывают коэффициент использования (загрузки) силы тяги (по наибольшему его значению выбирают число корпусов и режим работы).

При работе с плугами, лемешными лущильниками, дисковыми боронами расчетный коэффициент использования силы тяги должен быть 85...92 %, при работе с сеялками, культиваторами, катками (на почве, подготовленной под посев) — 90...96 %, так как эти машины имеют наиболее равномерное тяговое сопротивление.

Пример. Рассчитать агрегат с трактором ДТ-75МВ и сцепкой СП-11А для сплошной культивации почвы на глубину 60...80 мм.

Расчет начинаем с определения рекомендуемой скорости движения агрегата и выбора передачи трактора.

Для сплошной культивации скорость движения трактора 2,2...4,2 м/с (см. табл. 6.1). Выбираем V передачу трактора, которая обеспечит скорость движения 2,5 м/с (из технической характеристики) и номинальную силу тяги на крюке $P_{кр.н}$ = 20,2 кН.

Удельное сопротивление культиватора $k_м$ = 1,9 кН/м (из его технической характеристики). С учетом скорости движения (удельное сопротивление увеличивается на 4 % на 0,3 м/с прироста скорости свыше 1,4 м/с) удельное сопротивление культиватора

$$k_м = 1{,}9 \cdot 1{,}16 = 2{,}2 \text{ кН/м}.$$

Определив силу тяжести сцепки, приходящейся на 1 м ширины захвата, $g_c = 0{,}8$ кН/м и коэффициент сопротивления перекатыванию сцепки $f_c = 0{,}12$ (из справочной литературы), по формуле (6.1) рассчитываем сопротивление передвижению сцепки

$$R_c = 0{,}8 \cdot 0{,}12 \cdot 11 = 1{,}05 \text{ кН}.$$

Максимальную ширину захвата агрегата вычисляем по формуле (6.5)

$$B_a = (20{,}2 + 1{,}05)/2{,}2 = 9{,}7 \text{ м}.$$

Число культиваторов КПС-4 в агрегате определяем по выражению (6.6)

$$n_м = 9{,}7/4 = 2{,}4.$$

Округлив до целого в меньшую сторону, получаем, что в агрегат должно входить два культиватора.

Тяговое сопротивление агрегата вычисляем по формуле (6.7)

$$R_a = 2{,}2 \cdot 4 \cdot 2 + 1{,}05 = 18{,}65 \text{ кН}.$$

Правильность расчета оцениваем по значению коэффициента использования номинальной силы тяги (выражение (6.8))

$$\xi = 18{,}65/20{,}2 = 0{,}92.$$

Значение ξ находится в допустимых пределах.

Составление машинно-тракторных агрегатов. В зависимости от типа машин и их числа применяют три основных способа соединения машин-орудий с энергетическими средствами: навеска; прицепка; комбинация навески и прицепки.

Необходимо применять такие сцепки и навески, которые бы обеспечивали высокое качество выполнения технологических операций, были удобны в обслуживании, улучшали сцепление колес трактора с почвой, уменьшали сопротивление на самопередвижение агрегата и т. п.

У пахотных агрегатов при правильном присоединении плуга к трактору линия тяги плуга должна совпадать с продольной осью трактора. В некоторых случаях не удается обеспечить такое совпадение, поэтому точку прицепа плуга приходится смещать, что выполняют на прицепной скобе трактора. Чтобы уменьшить влияние возникающего при этом поворачивающего момента, точку прицепа плуга к трактору располагают посередине, между линией действия силы сопротивления плуга и продольной осью трактора.

В зависимости от выполняемой технологической операции, конструктивных особенностей энергетических средств и агрегатируемых с ними машин применяют различные схемы расположения машин относительно трактора. Прицепные и полуприцепные машины, как правило, располагают сзади трактора. Чаще всего составляют симметричные агрегаты (посевные, культиваторные, бо-

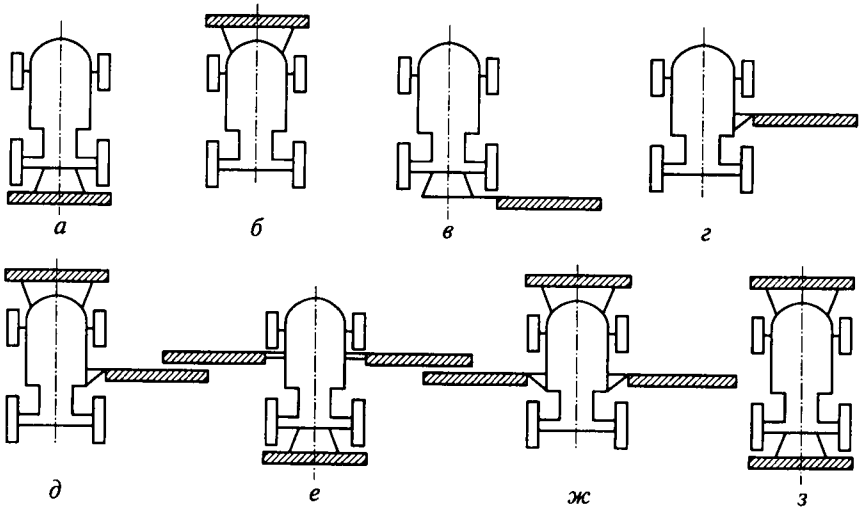


Рис. 6.3. Схемы навески машин:

а — задняя; *б* — передняя (фронтальная); *в* — задняя боковая; *г* — боковая срединная; *д* — фронтальная и боковая; *е* — задняя и две боковые с применением полунавесной сцепки; *ж* — фронтальная и две боковые; *з* — фронтальная и задняя

роновальные). Для выполнения технологических операций, которые требуют вынести рабочие органы в сторону (например, садовая борона, силосоуборочный комбайн, косилки и др.), составляют асимметричные агрегаты.

У асимметричных агрегатов точку прицепа на скобе трактора смещают в сторону расположения рабочих органов. Основные схемы навески машин и расположение машин в агрегате при использовании различных сцепных устройств представлены на рис. 6.3.

Заднюю навеску (рис. 6.3, *а*) применяют в случаях, когда по технологическому процессу и агротехническим требованиям сельскохозяйственные машины должны двигаться сзади трактора (плуг, культиватор, сеялка и др.). Задняя навеска позволяет перемещаться трактору по необработанному полю.

Переднюю навеску (рис. 6.3, *б*) обычно применяют для навешивания уборочных машин: жаток, косилок, волокуш и т. п. При таком расположении машин трактор движется вслед за ними по убранному полю.

Боковые навески (рис. 6.3, *в*, *г*) применяют в основном на уборочных работах: кошении трав, уборке силосных культур и т. п.

Полунавесные сцепки (рис. 6.3, *е*, *ж*) применяют для составления широкозахватных агрегатов (посевные, для кошения трав и др.).

Фронтальную и заднюю навески (рис. 6.3, *з*) используют при совмещении нескольких операций (например, предпосевная обработка почвы и посев).

6.3. Кинематика движения машинно-тракторного агрегата при выполнении сельскохозяйственных работ

Машинно-тракторный агрегат в процессе работы перемещается по полю, проходя за смену значительные расстояния, измеряемые часто многими десятками километров. Пройденный агрегатом путь состоит из рабочих ходов и холостых поворотов с выключенными рабочими органами. При этом желательно, чтобы холостой путь агрегата и соответствующие потери времени смены, а также непроизводительный расход топлива были как можно меньше. Успешное решение такой актуальной задачи зависит от конструктивных особенностей МТА, его маневренности, выбранной кинематики движения и соответствующей подготовки полей.

Основной задачей кинематики агрегатов является обоснование методов выбора эффективных способов движения МТА и подготовки полей с учетом следующих основных требований: высокое качество выполняемой работы; высокая производительность при возможно меньших затратах топлива и других ресурсов на единицу выполненной работы; обеспечение безопасных условий работы для механизаторов; наименьшее отрицательное воздействие на окружающую среду (почва, культурные растения и т.д.).

От уровня удовлетворения указанных требований значительно зависит реализация высоких потенциальных возможностей МТА, заложенных в процессе их оптимального комплектования. При успешном решении задач кинематики агрегатов будет иметь место эффект сложения показателей ресурсосбережения, заложенных как при комплектовании МТА, так и при выборе способа его движения.

Основные кинематические характеристики МТА. Кинематические характеристики МТА зависят от конструктивных особенностей трактора, сцепки и рабочих машин. К кинематическим характеристикам агрегата относятся кинематический центр; кинематическая длина; длина выезда; кинематическая ширина; радиус и центр поворота; ширина колеи и продольная база трактора; ширина захвата.

Под *кинематическим центром* агрегата Ц (рис. 6.4) подразумевается условная геометрическая точка на плоскости движения (поверхности поля), траектория которой рассматривается как траектория МТА в процессе движения по полю. Такое упрощение приемлемо, поскольку геометрические размеры МТА значительно меньше размеров обрабатываемого участка или загона. Расположение кинематического центра агрегата Ц зависит от типа трактора.

Для агрегатов, составляемых на базе колесных тракторов с жесткой рамой, точка Ц определяется как проекция середины задней ведущей оси трактора на плоскость движения (рис. 6.4, *а*). У агрегатов с тракторами, имеющими шарнирно-сочлененную раму, за центр агрегата принимается проекция на плоскость движения цент-

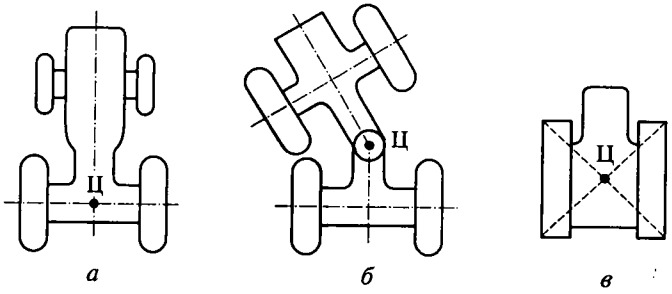


Рис. 6.4. Основные схемы расположения кинематического центра Ц машинно-тракторного агрегата:

а — для агрегата на базе колесного трактора с жесткой рамой; *б* — для агрегата с трактором, имеющим шарнирно-сочлененную раму; *в* — для агрегата с гусеничным трактором

ра шарнира (рис. 6.4, *б*). Для МТА с гусеничными тракторами центр агрегата соответствует проекции на плоскость движения точки пересечения диагоналей, проведенных через наружные края гусениц (рис. 6.4, *в*). При решении задач кинематики траектория центра агрегата условно принимается как траектория всего агрегата.

Кинематической длиной агрегата $l_к$ называется проекция расстояния между центром агрегата и линией, перпендикулярной продольной оси трактора и проходящей через наиболее удаленные по ходу МТА точки рабочих органов машин при прямолинейном движении. По рис. 6.5, *а* видно, что кинематическая длина агрегата $l_к$ складывается из кинематических длин трактора $l_т$, сцепки $l_с$ и рабочей машины $l_м$, т.е.

$$l_к = l_т + l_с + l_м.$$

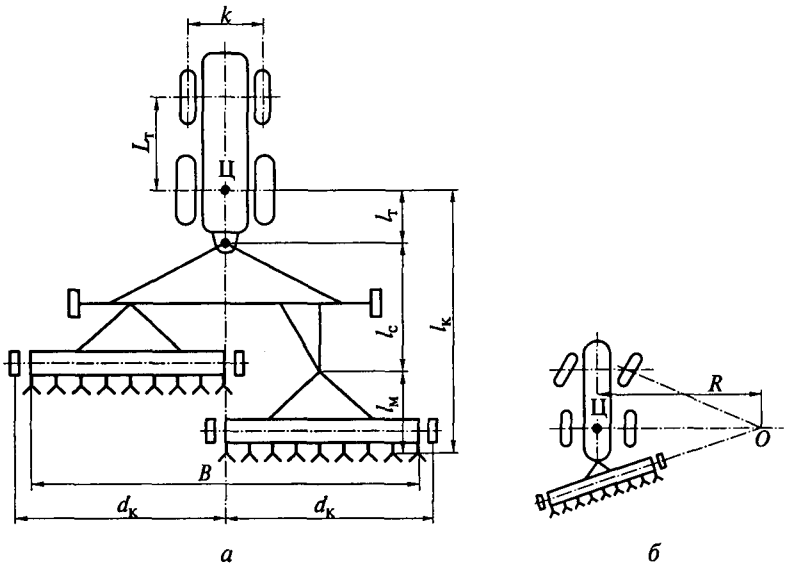
Длина выезда агрегата e определяется как расстояние, на которое перемещается центр агрегата от контрольной линии (границы обрабатываемого участка) по ходу МТА перед началом и в конце поворота. Такое перемещение МТА необходимо для вывода рабочих органов последнего ряда машин на контрольную линию. По значению e пропорциональна кинематической длине агрегата, т.е.

$$e = a_e l_к, \qquad (6.9)$$

где a_e — коэффициент длины выезда.

Значения a_e для МТА соответствующих типов приведены в справочной литературе.

Кинематическая ширина агрегата $d_к$ равна расстоянию между проекциями на плоскость движения продольной оси трактора и параллельной линии, проходящей через наиболее удаленную точку агрегата. Различают $d_к$ вправо и влево от продольной оси трактора. Указанные расстояния используют при расчете ширины поворотной полосы загона.



а *б*

Рис. 6.5. Основные кинематические характеристики (*а*) и радиус поворота (*б*) машинно-тракторного агрегата:

Ц — кинематический центр агрегата; B — рабочая ширина захвата агрегата; $d_к$ — кинематическая ширина агрегата; k — ширина колеи; $l_к$ — кинематическая длина агрегата; $l_м$, $l_с$, $l_т$ — кинематическая длина рабочей машины, сцепки и трактора соответственно; $L_т$ — продольная база трактора; O — центр поворота агрегата; R — радиус поворота агрегата

Радиус поворота агрегата R (рис. 6.5, *б*) определяется как расстояние от центра агрегата Ц до центра поворота O. Обычно при повороте МТА центр агрегата перемещается не по окружности, а по дуге более сложной формы.

Соответственно изменяется значение радиуса поворота R и расположение мгновенного центра поворота O на плоскости движения. При эксплуатационных расчетах принимают среднее значение радиуса поворота с учетом возможной поправки на скорость МТА.

На рис. 6.5, *а* дополнительно показаны такие кинематические показатели агрегата, как ширина колеи k, продольная база трактора $L_т$ и рабочая ширина захвата МТА. При кинематических расчетах значения рабочей и конструктивной ширины захвата МТА принимают одинаковыми.

Основные кинематические характеристики рабочего участка. К кинематическим характеристикам рабочего участка относятся общая L и рабочая $L_р$ длина гона; ширина загона C; ширина поворотной полосы E; длина выезда e (рис. 6.6).

Под *рабочим участком* подразумевается часть поля, отведенная для выполнения определенной сельскохозяйственной операции.

Загон представляет собой часть рабочего участка прямоугольной формы, отведенную для работы на ней одного или группы агрегатов.

Общая длина гона L часто определяется размерами поля, а ширина загона C — шириной захвата B и способом движения МТА. Ширина поворотной полосы E зависит от ширины захвата B и условий безопасного поворота агрегата. Рабочая длина гона

$$L_р = L - 2E.$$

По соображениям удобства в качестве расчетной используют общую длину гона L. Такое упрощение мало влияет на конечные результаты расчетов. От контрольных линий *1* в обе стороны на расстоянии длины выезда агрегата e прокладывают линии выключения и включения рабочих органов. Подготовка рабочего участка в полном соответствии с рис. 6.6 крайне важна для качественной, высокопроизводительной и экономичной работы машинно-тракторных агрегатов.

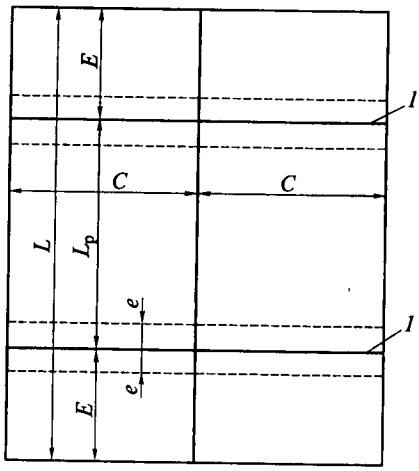


Рис. 6.6. Основные кинематические характеристики рабочего участка:
1 — контрольные линии; C — ширина загона; e — длина выезда; E — ширина поворотной полосы; L — общая длина гона; $L_р$ — рабочая длина гона

Основные виды поворотов машинно-тракторных агрегатов. Движение МТА в процессе работы часто состоит из прямолинейных рабочих ходов вдоль гона и поворотов на конце гона. При этом в зависимости от типа агрегата повороты могут совершаться как с включенными, так и с выключенными рабочими органами (во втором случае происходит холостой поворот).

С учетом большого влияния вида поворота на показатели работы МТА необходимо при его выборе учитывать следующие основные требования: высокое качество выполняемой работы; возможно меньшая ширина поворотной полосы; высокая производительность МТА при наименьших потерях времени, топлива и других ресурсов; обеспечение безопасных условий работы; возможно меньшее отрицательное воздействие на окружающую среду, особенно на почву.

Все повороты основных видов для удобства изучения делят на две группы: петлевые и беспетлевые. В пределах каждой группы дополнительно различают способы поворота по углу поворота МТА. На практике наиболее широко применяют повороты, представленные на рис. 6.7.

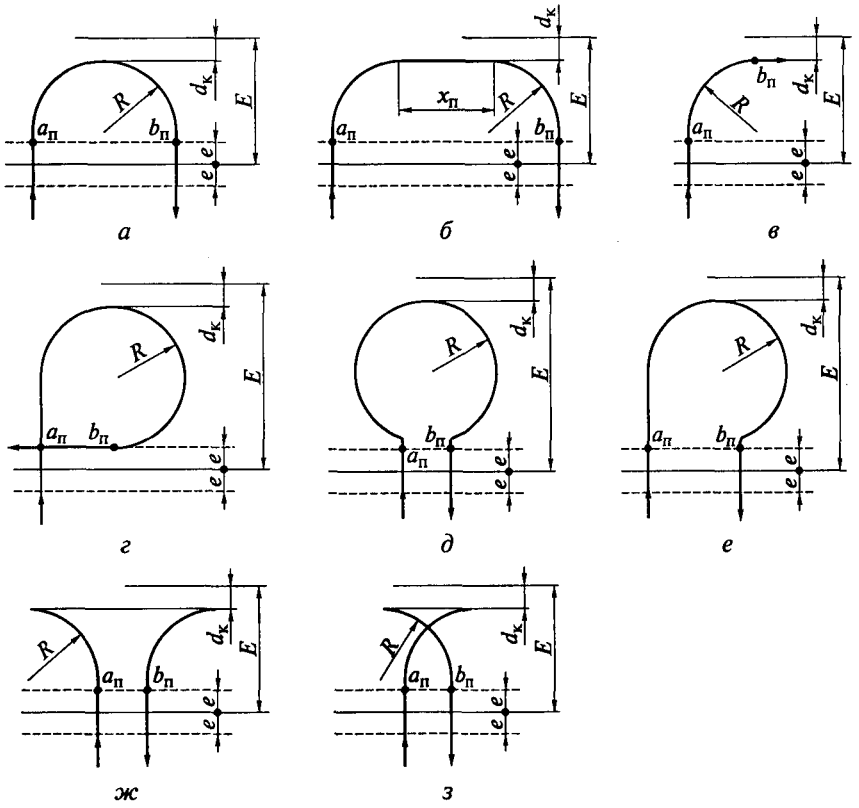


Рис. 6.7. Беспетлевые (*а*—*в*) и петлевые (*г*—*з*) виды поворотов машинно-тракторного агрегата:

а — круговой; *б* — с прямолинейным участком; *в* — угловой; *г* — с закрытой петлей; *д* — грушевидный; *е* — односторонний; *ж*, *з* — грибовидные с открытой и закрытой петлей соответственно; $a_п$ — точка начала поворота; $b_п$ — точка завершения поворота; $x_п$ — длина прямолинейного участка; остальные обозначения см. на рис. 6.5, 6.6

К важнейшим кинематическим характеристикам поворота относятся длина $l_п$, время $t_п$, радиус R, требуемая ширина поворотной полосы E. Обычно под R и E подразумевают их минимально возможные значения с учетом изложенных ранее требований, а под $l_п$ — длину траектории центра агрегата от точки $a_п$ начала поворота до точки $b_п$ его завершения.

Путь агрегата за один поворот

$$L_п = l_п + 2e.$$

Значение $l_п$ зависит от радиуса поворота R, ширина поворотной полосы E — от радиуса R, кинематической ширины $d_к$ и длины выезда e МТА. Формулы для расчета $l_п$ и E приведены в табл. 6.2 применительно к основным видам поворотов, показанных на рис. 6.7.

Таблица 6.2

Зависимости для определения длины пути агрегата при повороте $L_п$ и ширины поворотной полосы E

Вид поворота	$L_п$	E
Круговой	$(3{,}2 \ldots 4{,}0)R + 2e$	$1{,}1R + d_к + e$
С прямолинейным участком	$(1{,}4 \ldots 2{,}0)R + 2e + x_п$	$1{,}1R + d_к + e$
Угловой	$(1{,}6 \ldots 1{,}8)R + 2e$	$1{,}1R + d_к + e$
Закрытая петля	$(5{,}0 \ldots 6{,}5)R + 2e$	$2R + d_к + e$
Грушевидный	$(6{,}6 \ldots 8{,}0)R + 2e$	$2{,}8R + d_к + e$
Односторонний	$(6{,}0 \ldots 7{,}5)R + 2e$	$2{,}6R + d_к + e$
Грибовидный с открытой петлей	$(4{,}1 \ldots 5{,}0)R + 2e$	$1{,}1R + d_к + e$
Грибовидный с закрытой петлей	$(5{,}0 \ldots 5{,}5)R + 2e$	$1{,}1R + d_к + e$

Примечание. Обозначения величин см. на рис. 6.5—6.7.

Время поворота $t_п$ рассчитывают с учетом средней скорости $v_х$ на повороте:

$$t_п = L_п / v_х = (l_п + 2e)/v_х.$$

На основании данных табл. 6.2 можно записать обобщенные зависимости для величин E и $L_п$ (без учета длины прямолинейного участка $x_п$):

$$L_п = \gamma_п R + 2e; \qquad (6.10)$$

$$E_п = \lambda_E R + d_к + e, \qquad (6.11)$$

где $\gamma_п$, λ_E — коэффициенты, усредненные значения которых можно выбирать по табл. 6.2.

Радиус поворота R зависит от ширины захвата B и скорости $v_х$ на повороте. При $v_х < 1{,}4$ м/с принимают $R = a_{R0}B$, где a_{R0} — поправочный коэффициент по ширине. При более высоких скоростях

$$R = a_{R_0} a_{R_v} B = a_R B, \qquad (6.12)$$

где a_{R_v} — поправочный коэффициент по скорости.

Средние значения a_{R0} и a_{R_v} для МТА основных типов приведены в табл. 6.3.

Длина выезда e согласно формуле (6.9) пропорциональна кинематической длине $l_к$, т.е. $e = a_{e0} l_к$. В свою очередь, чем больше ширина захвата B агрегата, тем больше и $l_к$, поэтому приближенно можно принять $l_к = a_{ек} B$.

Таблица 6.3

Усредненные значения коэффициентов a_{R0} и a_{Rv} для навесных (Н) и прицепных (П) агрегатов

Типы агрегатов	a_{R0}		a_{Rv}					
	v_x = 1,4 м/с		v_x = 2 м/с		v_x = 2,5 м/с		v_x = 3,3 м/с	
	Н	П	Н	П	Н	П	Н	П
Пахотные	3,0	4,5	1,05	1,15	1,20	1,42	1,35	1,6
Для предпосевной обработки почвы	0,9	1,4	1,06	1,12	1,32	1,55	1,46	1,75
Посевные и посадочные (одно- и двухмашинные)	1,1	1,6	1,08	1,32	1,41	1,57	1,58	1,80
Посевные (трех- и пятисеялочные)	0,9	1,3	1,08	1,32	1,41	1,57	1,58	1,58
Косилочные	0,9	1,2	1,09	1,30	1,46	1,62	1,52	1,82
Жатвенные	0,9	1,4	1,09	1,90	1,46	1,62	1,52	1,82

Примечание. v_x — средняя скорость агрегата на повороте.

Тогда длина выезда

$$e = a_{e0}a_{eк}B = a_eB. \qquad (6.13)$$

Для практических расчетов принимают $a_{e0} = 0{,}25...0{,}75$ при среднем значении $a_{e0} = 0{,}5$ (в случае передней навески рабочих органов можно принять $a_{e0} = 1$).

В зависимости от типа агрегата приближенно можно принять для вспашки $a_{eк} = 4$; для лущения и дискования $a_{eк} = 0{,}97$; для культивации $a_{eк} = 1{,}54$; для боронования $a_{eк} = 0{,}69$; для прикатывания $a_{eк} = 0{,}57$; для посева зерновых $a_{eк} = 1{,}33$; для посева и посадки пропашных культур $a_{eк} = 0{,}65$.

Если кинематическую ширину агрегата принять пропорциональной ширине захвата ($d_к = \gamma_E B$), то с учетом формул (6.12) и (6.13) выражения (6.10) и (6.11) примут вид

$$L_п = B(\gamma_п a_R + a_e);$$

$$E = B(\lambda_E a_R + \gamma_E + a_e).$$

Для симметричных МТА можно принять $\gamma_E = 0{,}6$, а для асимметричных определить с учетом большего значения $d_к$ из соотношения $d_к = \gamma_E B$.

Приведенные формулы позволяют определить все необходимые кинематические показатели, связанные с поворотом МТА при выполнении полевых работ.

6.4. Способы движения машинно-тракторных агрегатов при выполнении сельскохозяйственных работ

Под *способом движения* МТА понимается закономерность его перемещения по полю в процессе работы, которая определяется в основном его геометрическими характеристиками: форма траектории, радиусы и виды поворотов и т.д.

Виды способов движения. Способы движения агрегатов (рис. 6.8) классифицируют по следующим основным признакам: характер разбивки поля на загоны; число одновременно обрабатываемых загонов; направление рабочих ходов; вид поворотов.

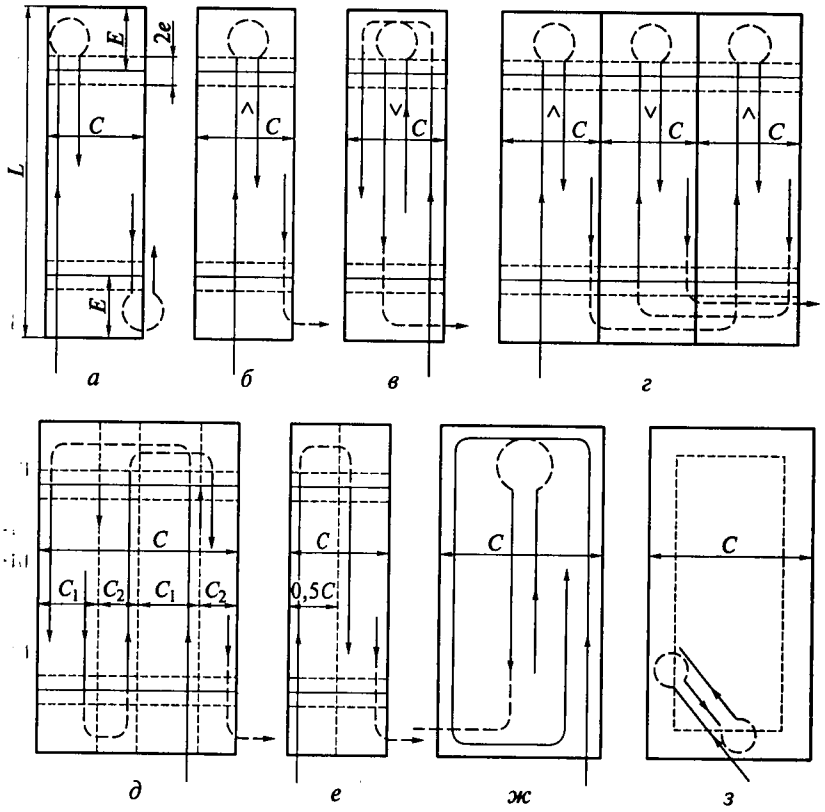


Рис. 6.8. Гоновые петлевые (*а—г, ж, з*) и гоновые беспетлевые (*д, е*) способы движения машинно-тракторного агрегата:

а — челночный; *б* — всвал; *в* — вразвал; *г* — чередование способов всвал и вразвал; *д* — комбинированный; *е* — перекрытием; *ж* — круговой от периферии к центру; *з* — диагональный; ∨ — развальная борозда; ∧ — свальный гребень; остальные обозначения см. на рис. 6.6

По *характеру разбивки поля* на загоны различают загонные (поле разбивают на отдельные загоны) и беззагонные (поле на загоны не разбивают) способы движения.

В зависимости от *числа одновременно обрабатываемых загонов* возможны одно- и многозагонные способы движения МТА.

Для расчета количественных показателей холостого хода МТА основное значение имеют классификации способов движения по направлению рабочих ходов и по виду поворотов.

По *направлению рабочих ходов* все способы движения МТА делят на три группы: гоновые; круговые; диагональные.

При гоновых способах движения агрегат совершает рабочие ходы параллельно одной или двум сторонам загона с холостыми поворотами на обоих его концах.

При круговом способе движения МТА рабочие ходы совершаются вдоль всех четырех сторон загона без выключения рабочих органов, за исключением центра загона, где неизбежны холостые петлевые повороты. Различают круговые способы движения от периферии к центру и от центра к периферии.

При диагональном способе движения рабочие ходы МТА совершаются под острым или тупым углом к сторонам загона. При этом обработка загона может начинаться как от угла, так и от диагонали поочередно с одной и другой стороны.

По *виду поворота* все способы движения МТА делят на петлевые и беспетлевые. Способ считают петлевым, если в процессе работы на загоне МТА совершает хотя бы один петлевой поворот (рис. 6.8, *а—г, ж, з*). При отсутствии петлевых поворотов способ движения МТА считается беспетлевым (рис. 6.8, *д, е*).

Выбор того или иного способа движения зависит от вида выполняемой работы, предъявляемых агротехнических требований, конструктивных и других факторов. Например, челночный способ движения (см. рис. 6.8, *а*) наиболее эффективен для высокоманевренных одномашинных агрегатов при выполнении культивации, дискования, боронования, посева, прикатывания, вспашки оборотными плугами и т. д.

Способы движения всвал и вразвал (см. рис. 6.8, *б, в*), а также способ их чередования (см. рис. 6.8, *г*) часто применяют при вспашке отвальными плугами. Основное преимущество чередования способов всвал и вразвал состоит в уменьшении почти в 2 раза числа свальных гребней и развальных борозд по сравнению с раздельной реализацией указанных способов движения. Способ движения вразвал можно применять также для широкозахватных агрегатов на сплошной культивации, дисковании, посеве зерновых, уборке различных культур и т. п.

На основе различных сочетаний гоновых способов движения могут быть получены комбинированные способы. Например, на рис. 6.8, *д* представлена схема комбинированного способа дви-

жения МТА, полученного на основе способов движения всвал и вразвал.

Различные варианты беспетлевого комбинированного способа движения эффективны на вспашке и на тех уборочных операциях, где нежелательны петлевые повороты из-за больших масс и низкой маневренности агрегатов типа картофелеуборочных комбайнов.

Способ движения перекрытием (см. рис. 6.8, *е*) можно применять, например, на сплошной и междурядной культивации.

Круговые способы движения МТА (см. рис. 6.8, *ж*) предпочтительны для жатвенных агрегатов и агрегатов для поверхностной обработки почвы (боронование, дискование и др.).

Диагональный способ движения (см. рис. 6.8, *з*) представляет собой разновидность челночного и чаще применяется на операциях поверхностной обработки почвы и посева зерновых, особенно когда необходимо движение МТА под углом к направлению предшествующей обработки.

При прочих одинаковых условиях предпочтение отдается способу движения, обеспечивающему наименьшие потери времени смены, топлива и других ресурсов на холостые повороты агрегатов.

В качестве основных показателей холостого хода МТА при количественной оценке различных способов движения наиболее часто используют длину холостого пути агрегата; потери времени смены и топлива, связанные с холостым ходом; коэффициент рабочих ходов; коэффициент использования времени движения.

Суммарный холостой ход, м, одного агрегата за смену (или при обработке поля данной площади)

$$S_{\text{х}} = n_{\text{з}}(S_{\text{б}} + S_{\text{п}} + S_{\text{з}}) + S_{\text{д}} + S_{\text{пп}}, \qquad (6.14)$$

где $n_{\text{з}}$ — число обработанных загонов; $S_{\text{б}}$, $S_{\text{п}}$ — соответственно суммарная длина беспетлевых и петлевых поворотов МТА на одном загоне, м; $S_{\text{з}}$ — холостой путь при переездах с одного загона на другой, м; $S_{\text{д}}$ — суммарный холостой путь при дополнительных заездах для заравнивания свальных гребней и развальных борозд, обработки стыков и т.д., м; $S_{\text{п.п}}$ — суммарный холостой путь МТА при обработке поворотных полос, м.

Обобщенная формула (6.14) применима при всех способах движения и организационных формах использования агрегатов (работа каждого агрегата на отдельном загоне или группы агрегатов на одном загоне и т.д.).

Если всю обработанную агрегатом площадь F, м^2, условно представить в виде прямоугольника шириной C_{Σ}, м, и длиной L, м, то *суммарный рабочий ход*, м, на указанной площади $F = C_{\Sigma}L$

$$S_{\text{р}} = n_{\text{р}}L = C_{\Sigma}L/B = F/B,$$

где $n_{\text{р}}$ — соответствующее число рабочих ходов МТА с шириной захвата B.

Коэффициент рабочих ходов агрегата

$$\varphi_р = S_р/(S_р + S_х). \qquad (6.15)$$

По физическому смыслу $\varphi_р$ представляет собой кинематический КПД агрегата, поскольку характеризует степень полезного использования пройденного агрегатом пути в процессе работы. Например, при $\varphi_р = 0{,}85$ из каждых 100 м пройденного агрегатом пути 85 м связаны с полезной работой, а 15 м составляют холостой путь с выключенными рабочими органами.

Время холостого движения МТА $T_х$ зависит от соответствующей скорости холостого хода $v_х$:

$$T_х = S_х/v_х. \qquad (6.16)$$

Степень полезного использования времени движения МТА характеризуется коэффициентом

$$\tau_{дв} = T_р/(T_р + T_х),$$

где $T_р$ — время основной работы, с.

Соотношение между $\varphi_р$ и $\tau_{дв}$ определяют с учетом формул (6.15), (6.16) и выражения $T_р = S_р/v$:

$$\tau_{дв} = \frac{1}{1 + \dfrac{S_х v}{S_р v_х}} = \frac{1}{1 + \dfrac{v}{v_х}\left(\dfrac{1 - \varphi_р}{\varphi_р}\right)}.$$

Если $v_х = v$, то $\tau_{дв} = \varphi_р$.

Расход топлива на холостой ход

$$\theta_х = T_х G_{т.х} = S_х G_{т.х}/v_х, \qquad (6.17)$$

где $G_{т.х}$ — расход топлива двигателем при холостом ходе МТА, кг/с.

Для более объективного выбора ресурсосберегающего способа движения МТА кроме рассмотренных выше показателей необходимо учитывать также дополнительные потери времени смены и топлива, возникающие при выполнении вспомогательных операций, связанных с кинематикой агрегата. К таким потерям времени относятся время на разметку гона $t_{р.г}$ (учитывается только в случае выполнения этой операции самим механизатором); время настройки МТА для первого и заключительного проходов на загоне и перенастройки на основной режим работы $t_{н\text{-}п}$; время подготовки агрегата к переезду на соседний загон и последующей настройки на требуемый режим работы $t_{г.с}$; другие возможные элементы вспомогательного времени $t_{вс}$.

Потери времени на вспомогательные операции в пределах одного загона определяют в виде суммы

$$T_{вс} = t_{р.г} + t_{н\text{-}п} + t_{г.с} + t_{вс}.$$

Общие потери времени смены, связанные с холостым ходом МТА и выполнением вспомогательных операций, при обработке $n_з$ загонов с учетом формулы (6.16) составят

$$T_{х.вс} = T_х + n_з T_{вс} = S_х/v_х + n_з T_{вс}. \quad (6.18)$$

Аналогичным образом с учетом формулы (6.17) определяют *общий расход топлива* при выполнении холостых ходов и вспомогательных операций:

$$\theta_{х.вс} = T_х G_{т.х} + G_{т.о}\mu_{о.х} n_з T_{вс} = S_х G_{т.х}/v_х + G_{т.о}\mu_{о.х} n_з T_{вс}, \quad (6.19)$$

где $G_{т.о}$ — расход топлива двигателем на остановках, связанных с выполнением вспомогательных операций, кг/с; $\mu_{о.х}$ — доля времени $T_{вс}$, в течение которого двигатель работает, с.

Среднее значение $\mu_{о.х}$ для различных МТА определяют на основании хронометражных данных.

Перечисленные показатели холостого хода МТА позволяют выбрать наиболее эффективные способы движения агрегатов в соответствии с предъявленными ранее требованиями.

Общие принципы выбора ресурсосберегающих способов движения МТА. Ресурсосберегающий способ движения МТА выбирают в процессе количественного сравнения рассмотренных выше основных показателей холостого хода агрегатов. Сравнительный анализ возможных способов движения выполняют по экстремальным (максимальным или минимальным) значениям указанных показателей, рассматриваемых в качестве критериев оптимальности, основные из которых следующие:

минимум холостого пути агрегата (см. формулу (6.14)):

$$S_х \to \min; \quad (6.20)$$

минимум суммарных потерь времени смены, связанных с холостым ходом агрегата (см. формулу (6.18)):

$$T_{х.вс} \to \min; \quad (6.21)$$

минимум расхода топлива, связанного с холостым ходом МТА (см. формулу (6.19))

$$\theta_{х.вс} \to \min. \quad (6.22)$$

Другие возможные частные критерии оптимальности ($T_х \to \min$, $\theta_х \to \min$), как следует из формул (6.14), (6.16) и (6.17), при $v_х \approx$ $\approx$ const, $G_{т.х} \approx$ const эквивалентны критерию (6.20), поэтому их отдельно не рассматривают.

Задача заключается в определении оптимальной ширины загона $C_{опт}$, удовлетворяющей критериям (6.20)—(6.22), и в последующем выборе соответствующего способа движения агрегата. Для этого необходимо выразить критерии оптимальности в функции ширины загона, параметров МТА и соответствующих внешних факторов.

6.5. Производительность машинно-тракторного агрегата

Производительность машинно-тракторного агрегата — это количество выполненной им работы нормативного качества за определенный промежуток времени. В зависимости от периода времени (час, смена, сезон) производительность подразделяется на часовую, сменную и сезонную. Различают теоретическую, техническую и действительную производительность.

Теоретическая производительность. Рассчитывается теоретическая производительность на основе конструктивной ширины захвата агрегата (по заводскому руководству), теоретической скорости движения (без буксования), без учета времени непроизводительной работы (повороты, холостые ходы) и простоев агрегата по различным причинам.

Если агрегат с конструктивной шириной захвата B_a, м, движется с теоретической скоростью $v_т$, м/с, выполняя полезную работу, то обработанная площадь, имеющая вид прямоугольника, будет равна *секундной* производительности агрегата, га/с:

$$W_{т.с} = 10^{-4} B_a v_т.$$

В общем виде формулу *теоретической часовой* производительности можно представить следующим образом:

$$W_{т.ч} = e B_a v_т,$$

где e — коэффициент, учитывающий единицы измерения скорости движения агрегата: если скорость выражена в м/с, то $e = 0{,}36$, если в км/ч — $e = 0{,}1$.

Теоретическая сменная производительность, га/смена:

$$W_{т.см} = e B_a v_т T_{см},$$

где $T_{см}$ — продолжительность смены, ч.

Таким образом, теоретическую производительность определяют при полном использовании конструктивной ширины захвата, теоретической скорости движения и времени смены. Теоретическая производительность не отражает изменений B_a, $v_т$ и $T_{см}$ в процессе работы.

Техническая (расчетная) производительность агрегата. Определяют техническую производительность при технически возможном (оптимальном) использовании конструктивной ширины захвата, скорости движения и времени смены.

Так, во время работы конструктивная ширина захвата не может использоваться полностью из-за перекрытия между смежными проходами, неточности регулирования, вождения и других факторов. На таких работах, как боронование, сплошная культивация и др., рабочая ширина захвата $B_р$ меньше конструктивной B_a. При вспашке рабочая ширина захвата $B_р$ часто оказывается больше конст-

руктивной ширины $B_а$ из-за увеличения ширины захвата первого корпуса.

Коэффициент использования ширины захвата учитывает отличие рабочей ширины захвата от конструктивной:

$$\xi_B = B_р / B_а.$$

Например, при вспашке $\xi_B = 1 \ldots 1{,}1$, при культивации $\xi_B = 0{,}95 \ldots 0{,}96$.

Рабочая скорость $v_р$ движения агрегата отличается от теоретической $v_т$ из-за буксования движителей трактора и изменения частоты вращения вала двигателя, которое вызывается колебаниями нагрузки и другими факторами, что характеризуется *коэффициентом использования скорости*:

$$\xi_v = v_р / v_т.$$

При выполнении механизированных работ часть времени расходуется на холостые повороты, заезды, на остановки для заправки машин семенами и удобрениями, для ТО и т.д., поэтому время рабочего движения агрегата $T_р$ в течение смены меньше полного времени смены $T_{см}$. Потери времени оценивают *коэффициентом использования времени смены*:

$$\tau = T_р / T_{см}.$$

При хорошей организации труда в нормальных условиях эксплуатации $\tau = 0{,}7 \ldots 0{,}8$.

Техническую часовую, га/ч, и *сменную*, га/смена, производительность можно выразить следующим образом:

часовая

$$W_ч = eB_р v_р = e\xi_B \xi_v \tau B_а v_т;$$

сменная

$$W_{см} = eB_р v_р T_р = e\xi_B \xi_v \tau B_а v_т T_{см}.$$

Действительная (эксплуатационная) производительность агрегата. Определяется действительная производительность по фактическому объему выполненной работы в условиях эксплуатации агрегата, т.е. при фактических значениях ширины захвата, скорости движения и времени основной (чистой) работы.

Для данного агрегата, работающего на определенной передаче трактора, важнейшим фактором, влияющим на производительность, является коэффициент использования времени, который определяется балансом времени смены.

Баланс времени смены. Распределение сменного времени по видам затрат в соответствии с ГОСТ 24055—88 «Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. Общие положения» составляет баланс времени смены (рис. 6.9):

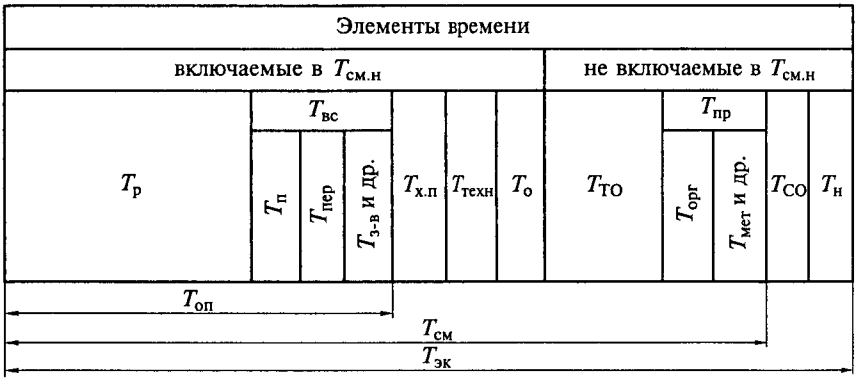


Рис. 6.9. Баланс времени смены и его составляющие

$$T_{см} = T_р + T_{вс} + T_{х.п} + T_{техн} + T_о + T_{ТО} + T_{пр},$$

где $T_{см}$ — сменное время; $T_р$ — время основной (чистой) работы, в течение которого агрегат работает по назначению (обработка почвы, сбор урожая, транспортирование материала и т. д.); $T_{вс}$ — вспомогательное время (время повторяющихся операций, которые обеспечивают работу агрегата по назначению, при этом время основной работы прерывается), включает в себя время на выполнение поворота $T_п$ в конце гона, технологические переезды $T_{пер}$ (к месту загрузки или выгрузки технологического материала и обратно), загрузку и выгрузку $T_{з\text{-}в}$ (прием посадочного материала, удобрений, выгрузка убранного материала) и другие вспомогательные операции; $T_{х.п}$ — время на холостые переезды (от места стоянки к месту работы и обратно, с одного места работы на другое); $T_{техн}$ — время на устранение технологических неисправностей (забивание рабочих органов, высевающих аппаратов и т. п.); $T_о$ — время на отдых обслуживающего персонала, исключая предусмотренные перерывы для приема пищи (время обязательных перерывов, предусмотренных правилами гигиены и безопасности труда); $T_{ТО}$ — время на ЕО, подготовку к работе, наладку и регулировки; $T_{пр}$ — время простоя по причинам, не зависящим от используемого агрегата в течение рабочей смены (из-за неблагоприятных метеорологических условий $T_{мет}$, неправильной организации труда $T_{орг}$ и другим причинам).

Первые две составляющие баланса представляют собой *оперативное время* $T_{оп}$, которое зависит от способа движения и организации работы:

$$T_{оп} = T_р + T_{вс}.$$

Эксплуатационное время $T_{эк}$ кроме сменного, включает в себя время на проведение СО $T_{СО}$ и устранение технических неисправностей $T_н$.

По условиям нормирования и оплаты труда время, затрачиваемое на ТО, подготовку к работе, наладку и регулировки, а также на простои по организационным причинам, метеорологическим условиям и сверхнормативные простои по техническим неисправностям, не включают в нормируемое время $T_{см.н}$. При определении сменной производительности $W_{см}$ учитывают лишь нормируемое время, которое определяет оплату труда за сменную выработку.

Баланс времени смены работы агрегата изучают методом хронометражных наблюдений и фотографий рабочего дня.

Как уже отмечалось, полноту использования времени смены для основной (чистой) работы оценивают коэффициентом $\tau = T_р / T_{см}$.

С повышением рабочих скоростей рабочие гоны МТА проходят быстрее, а следовательно, чаще приходится выполнять холостые повороты в конце гонов, загружать, заменять или разгружать технологические емкости машин. Как следствие, будет возрастать доля непроизводительных затрат времени. Если не принять меры к сокращению подобных затрат путем внедрения средств механизации на вспомогательных работах и рациональной организации труда, это повлечет снижение коэффициента использования времени смены τ.

В целом повышение рабочих скоростей МТА ведет к росту их производительности, так как прирост производительности за счет повышения скорости больше, чем ее снижение вследствие уменьшения коэффициента τ.

Ввиду того что в течение суток работа МТА может быть двухсменной, а в отдельных случаях и односменной, но продолжительностью, не совпадающей с нормативным временем, в расчеты вводят *коэффициент сменности* $\nu_{см}$, равный отношению времени всех смен за сутки $T_{сут}$ к установленной (нормативной) длительности смены $T_{см.н} = 7$ ч:

$$\nu_{см} = T_{сут} / T_{см.н}.$$

Для сокращения числа используемых агрегатов необходимо организовать работу в две, а иногда и в три смены.

Для повышения производительности МТА в эксплуатационных условиях необходимо:

правильно комплектовать агрегаты с учетом наиболее полного использования тяговой мощности трактора и эффективной мощности двигателя;

рационально выбирать направления и способы движения; улучшать подготовку поля (разбивка его на загоны оптимальной ширины, отбивка минимальных поворотных полос);

наиболее полно использовать конструктивную ширину захвата агрегата путем правильной прицепки машин, применяя маркеры и следоуказатели, повышать коэффициент использования времени смены и коэффициент сменности путем использования средств

механизации при технологическом и техническом обслуживании машин, улучшать организацию работ подготовительно-заключительных операций, согласовывать работу основных и вспомогательных агрегатов, применять групповой метод работы агрегатов и их двухсменную работу;

своевременно и в полном объеме проводить ТО, применяя диагностику мощностных показателей, и своевременно устранять неисправности;

высококачественно проводить ремонт с полным восстановлением мощностных показателей и моторесурса;

снижать удельное сопротивление машин и агрегата в целом путем своевременного и высококачественного проведения ТО; применять рациональные сцепки; правильно выполнять прицепки машин (по линии тяги, без перекосов); применять комбинированные агрегаты (у которых общее сопротивление меньше суммарного сопротивления машин при их раздельной работе).

Важную роль в повышении производительности труда играют также постоянный рост квалификации кадров — механизаторов, правильное использование морального и материального стимулирования труда механизаторов, внедрение бригадного и арендного подрядов, научная организация труда.

6.6. Эксплуатационные затраты при работе машинно-тракторных агрегатов

Расход топлива и смазочных материалов зависит от энергоемкости технологической операции, состава агрегата, его технического состояния, загрузки двигателя. При выполнении механизированных работ двигатель расходует топливо непосредственно на выполнение операции, на передвижение агрегата во время холостых заездов и поворотов, а также на холостую работу двигателя на остановках. Основным показателем эффективности работы двигателя является *удельный расход топлива* — расход топлива на единицу работы $g_{га}$, кг/га, который определяют по формуле

$$g_{га} = (G_{т.р}T_р + G_{т.п}T_п + G_{т.пер}T_{пер} + G_{т.х.д}T_{т.х.д})/W_{см},$$

где $G_{т.р}$, $G_{т.п}$, $G_{т.пер}$, $G_{т.х.д}$, $T_р$, $T_п$, $T_{пер}$, $T_{х.д}$ — средние часовые расходы топлива (табл. 6.4), кг/ч, и время в течение смены, ч/смена, при выполнении соответственно основной (чистой) работы, холостых ходов на поворотах, переездах и во время холостой работы двигателя (во время остановок агрегата с работающим двигателем); $W_{см}$ — сменная производительность агрегата, га/см.

Расход смазочных масел и пускового бензина устанавливается, как правило, в процентном отношении к расходу основного топлива, отдельно его не рассчитывают. Расход моторных масел для

Таблица 6.4

Средний часовой расход топлива, кг/ч, для тракторов

Марка трактора	При работе с нормальной тяговой нагрузкой $G_{т.р}$	При холостом движении агрегатов при переездах $G_{т.пер}$	На остановках с работающим двигателем $G_{т.х.д}$
Т-25А	3,6...4,8	2,0...3,0	0,8
ЛТЗ-60АБ	10,0...10,9	5,1...6,3	1,2
МТЗ-80-, -82	10,5...15,0	5,5...8,5	1,4
ЛТЗ-155.4	17,5...22,6	9,4...12,2	2,2
ДТ-75МВ	14,0...16,5	7,5...10,0	1,9
Т-150	22,0...26,5	11,5...14,0	2,5
Т-150К	25,0...30,0	11,5...17,0	2,5
К-701	32,0...51,0	19,0...30,0	3,5

Примечание. Значения $G_{т.р}$ даны в интервале от $(0,8...0,85)N_{кр\,max}$ до $N_{кр\,max}$; расход топлива на поворотах на 15...20 % больше, чем на переездах; в указанных интервалах расход топлива тем больше, чем выше скорость движения.

дизелей тракторов и самоходных машин составляет 4...6 % расхода топлива, при этом угар масла не должен превышать 0,8 %. Расход трансмиссионного масла составляет 1...2 %, консистентных смазок — 0,2...0,3 %, пускового бензина — 1 % расхода основного топлива.

Себестоимость продукции земледелия связана с затратами на эксплуатацию техники, поэтому снижение себестоимости механизированных работ играет важную роль в удешевлении сельскохозяйственной продукции.

Все затраты при эксплуатации машин делят на затраты на организацию производства и управления, которые трудно отнести к отдельным видам технологических операций, и прямые затраты, непосредственно связанные с выполнением той или иной технологической операции.

Затраты на организацию производства и управления — это в основном общепроизводственные и общехозяйственные затраты (содержание управленческого персонала и специалистов, подсобных рабочих, помещений и сооружений и т.п.). Их нельзя отнести на конкретный вид работы, поэтому сравнительную оценку разных агрегатов проводят по прямым эксплуатационным затратам.

Прямые эксплуатационные затраты — это затраты денежных средств непосредственно на выполнение технологической операции. Эксплуатационные затраты удобнее определять в расчете на единицу выполненной работы (га, т, т·км). Подсчет прямых затрат производят по формуле

$$S_{\text{п}} = \sum S_{\text{р}} + \sum S_{\text{ТО}} + S_{\text{ТСМ}} + S_{\text{зп}} + S_{\text{в}},$$

где $\sum S_{\text{р}}$ — сумма затрат на реновацию (полное восстановление) по всем элементам агрегата (трактор, машина, сцепка); $\sum S_{\text{ТО}}$ — сумма затрат на ТО, текущий и капитальный ремонт; $S_{\text{ТСМ}}$ — затраты на топливо и смазочные материалы; $S_{\text{зп}}$ — затраты на оплату труда механизаторов и вспомогательных рабочих; $S_{\text{в}}$ — прочие прямые затраты на основные (семена, удобрения, гербициды) и вспомогательные материалы (проволока, тара и т. п.).

Затраты на реновацию трактора, руб./га, определяют по формуле

$$S_{\text{р}} = \frac{a\text{Б}}{T_{\text{г}} W_{\text{ч.см}}}, \qquad (6.23)$$

где a — коэффициент отчислений на реновацию трактора (машины), значения коэффициента устанавливают в зависимости от нормативного срока службы трактора; Б — балансовая цена трактора, руб., учитывает не только прейскурантную цену, но транспортные и торговые расходы; $T_{\text{г}}$ — фактическая годовая загрузка трактора в хозяйстве, ч; $W_{\text{ч.см}}$ — производительность агрегата на конкретной операции за 1 ч сменного времени, га/ч.

Аналогично подсчитывают затраты на реновацию рабочих машин и сцепок. Как видно из выражения (6.23), затраты на реновацию зависят от загрузки трактора: чем выше годовая загрузка трактора, тем быстрее он окупается.

Затраты на ТО, текущий и капитальный ремонты, руб./га, определяют для каждого элемента агрегата по аналогичной формуле (например, для трактора):

$$S_{\text{ТО}} = \text{Б}(a_{\text{т}} + a_{\text{к}})/(T_{\text{г.н}} W_{\text{ч.см}}), \qquad (6.24)$$

где $a_{\text{т}}$ — коэффициент отчислений на ТР и ТО; $a_{\text{к}}$ — коэффициент отчислений на КР; $T_{\text{г.н}}$ — нормативная годовая загрузка трактора, ч.

Значения коэффициентов отчислений на реновацию, ТР, ТО и КР, а также нормативная годовая загрузка в часах (или условных эталонных гектарах) для тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин приведены в справочной литературе.

Затраты на топливо и смазочные материалы, руб./га, подсчитывают следующим образом:

$$S_{\text{ТСМ}} = g_{\text{га}} \text{Ц}_{\text{т}}, \qquad (6.25)$$

где $g_{\text{га}}$ — удельный расход топлива, кг/га; $\text{Ц}_{\text{т}}$ — цена 1 кг топлива, включая стоимость смазочных материалов, приходящихся на 1 кг основного топлива, руб./кг.

Затраты на оплату труда механизаторов и вспомогательного персонала, руб./га, определяют по формуле

$$S_{\text{зп}} = (m_{\text{м}} \tau_1 \text{Д}_1 + m_{\text{вс}} \tau_2 \text{Д}_2)/W_{\text{ч.см}}, \qquad (6.26)$$

где $m_м$, $m_{вс}$ — число механизаторов и вспомогательных рабочих; τ_1, τ_2 — часовые тарифные ставки оплаты труда механизированных работ, руб./чел.-ч; $Д_1$ и $Д_2$ — коэффициенты, учитывающие доплаты механизаторам и вспомогательным рабочим по расчету за продукцию, премии, надбавки за классность и стаж работы, квалификацию, оплату отпусков и начисления по социальному страхованию.

Для трактористов-машинистов второго и первого классов надбавка за классность составляет соответственно 10 и 20 % заработной платы, т.е. коэффициент $Д_1$ равен соответственно 1,1 и 1,2. Нормативы по другим видам доплат приведены в справочной литературе.

Прочие прямые затраты на основные и вспомогательные материалы, руб./га, определяют следующим образом:

$$S_в = \sum qЦ_м,$$

где q — удельный расход материала каждого вида, кг/га; $Ц_м$ — оптовая цена 1 кг материала каждого вида, руб./кг.

Для анализа эффективности применения новой техники и новой технологии большое значение имеют приведенные затраты, которые учитывают не только прямые затраты, но и эффективность капитальных вложений.

Приведенные затраты, руб./га, на работу МТА определяют по формуле

$$S_{пр} = S_п + E_н K / W_г = S_п + E_н(Б_т / W_{г.т} + n_м Б_м / W_{г.м} + Б_с / W_{г.с}),$$

где $E_н$ — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений в технику, в настоящее время $E_н = 0{,}15$; К — сумма капитальных вложений, руб.; $W_г$ — годовая выработка агрегата, га; $n_м$ — число рабочих машин; $Б_т$, $Б_м$, $Б_с$ — балансовая стоимость трактора, рабочей машины и сцепки, руб.; $W_{г.т}$, $W_{г.м}$, $W_{г.с}$ — годовая наработка трактора, рабочей машины и сцепки, га.

Эффективность использования данного парка или отдельных машин рассчитывают по прямым эксплуатационным затратам, а эффективность новой техники или новой технологии — по приведенным затратам.

Пример. Определить прямые эксплуатационные затраты на 1 га при посеве кукурузы агрегатом МТЗ-80 + СУПН-8 без внесения минеральных удобрений. Исходные данные: балансовая стоимость трактора 210 000 руб., сеялки — 140 000 руб.; нормативная годовая загрузка трактора 1 800 ч, сеялки — 70 ч; фактическая годовая загрузка в хозяйстве трактора 1 200 ч, сеялки — 50 ч; норма выработки агрегата 21 га/смена (3 га/ч); норма расхода топлива 2,2 кг/га (из типовых норм выработки и расхода топлива на механизированные сельскохозяйственные работы); работу выполняет тракторист-машинист второго класса без вспомогательных рабочих.

Затраты на реновацию агрегата определим по формуле (6.23). Коэффициент отчислений на реновацию для трактора 0,1, для сеялки 0,125. Тогда

$$S_р = 0{,}1 \cdot 210\,000/(3 \cdot 1\,200) + 0{,}125 \cdot 140\,000/(3 \cdot 50) = 122{,}5 \text{ руб./га.}$$

Затраты на ТО, текущий и капитальный ремонт рассчитаем по формуле (6.24). Коэффициент отчислений на ТО и ТР для трактора 0,099, для сеялки — 0,04; коэффициент отчислений на КР для трактора 0,05 (из справочной литературы).

$$S_{ТО} = (0{,}099 + 0{,}05) \cdot 210\,000/(3 \cdot 1\,800) + \\ + 0{,}04 \cdot 140\,000/(3 \cdot 70) = 32{,}5 \text{ руб./га.}$$

Затраты на топливо и смазочные материалы $S_{ТСМ}$ определим по формуле (6.25)

$$S_{ТСМ} = 2{,}2 \cdot 9{,}5 = 20{,}9 \text{ руб./га.}$$

Затраты на оплату труда $S_{зп}$ определим по формуле (6.26). Дневная тарифная ставка тракториста-машиниста на посеве 173 руб. (из тарифно-квалификационного справочника). Надбавка за классность составит 10 %. Фактическая сменная производительность агрегата равна нормативной. Тогда

$$S_{зп} = 173 \cdot 1{,}1/21 = 9{,}1 \text{ руб./га.}$$

Прямые эксплуатационные затраты (без учета затрат на основные и вспомогательные материалы) по агрегату

$$S_п = 122{,}5 + 32{,}5 + 20{,}9 + 9{,}1 = 185 \text{ руб./га.}$$

Затраты труда являются одним из основных эксплуатационных показателей, характеризующих уровень механизации производства по отдельным операциям и в целом по технологии возделывания сельскохозяйственной культуры, и выражаются в человеко-часах (чел.-ч) на единицу обработанной площади, га, или произведенной продукции, т.

Затраты труда определяют следующим образом:

на единицу обработанной площади, чел.-ч/га:

$$З_{т/га} = (m_м + m_{вс})/W_ч;$$

на единицу произведенной продукции, чел.-ч/т:

$$З_т = (m_м + m_{вс})/(W_ч u),$$

где u — урожайность, т/га.

Основные пути снижения затрат труда следующие:

- уменьшение числа рабочих (основных и вспомогательных) за счет применения навесных и самоходных агрегатов, средств механизации вспомогательных операций, средств автоматики, совершенствования технологических процессов и т.д.;
- увеличение производительности агрегатов;
- повышение продуктивности земли (урожайности возделываемых культур).

При эксплуатационных расчетах для определения оптимальных параметров и режимов работы агрегата исходят, как правило, из

максимума производительности как самого важного фактора, влияющего на экономическую эффективность. При этом работа должна выполняться качественно.

Основными эксплуатационными параметрами и режимами работы, оптимальные значения которых должны устанавливаться, являются ширина захвата, скорость движения и степень загрузки двигателя.

Для скомплектованного агрегата, у которого ширина захвата и номинальная мощность двигателя постоянны, должна быть определена оптимальная рабочая скорость движения агрегата при оптимальной степени загрузки двигателя. Для агрегата, у которого номинальная мощность двигателя трактора постоянна, а с изменением скорости движения (с переходом на повышенные и пониженные передачи) изменяется рабочая ширина захвата (число машин) при оптимальной степени загрузки двигателя, необходимо определять оптимальную рабочую скорость движения агрегата на данной операции и оптимальную рабочую ширину захвата.

Многие сельскохозяйственные агрегаты работают при непрерывной подаче материалов (почва, семена, хлебная масса и т. п.). В этом случае рабочая скорость ограничивается не только мощностью двигателя, но и предельной пропускной способностью рабочих органов.

Для достижения максимальной производительности (при хорошем качестве работы) агрегата рабочую скорость движения нужно регулировать по двум параметрам: энергетическому (по мощности двигателя) и технологическому (по пропускной способности рабочих органов). В зависимости от условий работы и целей регулирования один из этих параметров принимают за основной, а другой — за дополнительный (ограничительный). По этому принципу разработаны схемы автоматического регулирования скорости движения (постоянства загрузки) зерноуборочного комбайна. В гидравлической схеме автоматического регулирования в качестве основного параметра регулирования принят энергетический (мощность двигателя), а в качестве дополнительного (ограничительного) — технологический (подача хлебной массы). В электромеханических схемах основное регулирование ведут по технологическому параметру.

Глава 7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАКТОРОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ОСНОВНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ

7.1. Основные понятия о комплексной механизации возделывания и уборки сельскохозяйственных культур

Комплексная механизация производства сельскохозяйственной продукции представляет собой степень механизации, при которой все сельскохозяйственные работы производственного процесса выполняются машинами. Ручной труд используется только при управлении и обслуживании применяемых машин.

При комплексной механизации каждая выполненная предыдущая операция создает наилучшие условия работы машин на последующих операциях, это позволяет внедрять передовые приемы агротехники. Как следствие, сокращаются сроки проведения работ, облегчаются условия труда, достигается наиболее высокая производительность, снижается себестоимость сельскохозяйственной продукции.

Все операции технологического процесса при комплексной механизации возделывания сельскохозяйственных культур можно разделить на три группы: *общего назначения*, выполняемые при возделывании многих культур (вспашка, предпосевная обработка почвы, внесение органических и минеральных удобрений и т. п.); *специальные*, которые выполняют только при возделывании данной культуры (посев кукурузы, посадка картофеля, уборка гороха и т. п.); *вспомогательные*, необходимые для перемещения материалов и продуктов сельскохозяйственного производства, т. е. транспортные и погрузочные операции. Машины, осуществляющие операции технологического процесса, соответственно подразделяют на машины общего назначения, специальные и вспомогательные.

Технология возделывания сельскохозяйственной культуры — это совокупность способов, средств и последовательность выполнения работ, нацеленных на получение продукции заданного качества, которая предусматривает внедрение отдельных прогрессивных разработок (новых машин, технологических приемов и т. д.). Технология возделывания сельскохозяйственных культур содержится в технологических картах: типовых (для зоны) и конкретных (для данного хозяйства).

Индустриальная технология возделывания сельскохозяйственной культуры — это совокупность способов, применяемых средств и последовательность выполнения работ, направленных на получение устойчивого высокого урожая высококачественной продукции при минимальных затратах средств и труда за счет примене-

ния высокоурожайных сортов и гибридов, внесения оптимальных сбалансированных доз минеральных и органических удобрений, применения высокоэффективных гербицидов для уничтожения сорняков, использования высокопроизводительной техники, минимального числа обработок почвы, поточности выполнения всех работ и строгого соблюдения технологической дисциплины.

Если обычная технология предусматривает внедрение отдельных прогрессивных разработок, то индустриальная технология базируется на комплексном использовании новейших достижений науки, техники и передового опыта, т.е. сочетает применение современной высокопроизводительной техники на всех стадиях производства сельскохозяйственной продукции, включая послеуборочную обработку продукции и подготовку почвы под урожай следующего года.

Однако перевод сельскохозяйственного производства на индустриальную основу в отличие от промышленности имеет ряд специфических особенностей, которые заключаются в значительной пространственной протяженности полей, перемещении машин к обрабатываемому материалу, необходимости выполнять работы в строго отведенные агротехнические сроки, изменчивости почвенно-климатических условий и др. Поэтому для проектирования и внедрения интенсивной технологии необходим творческий подход. Должны быть учтены почвенно-климатические условия; ранее возделываемые культуры, по которым высевают последующую культуру; системы машин, сложившиеся в хозяйстве; возможности приобретения новых машин, удобрений, гербицидов.

Интенсивная технология возделывания сельскохозяйственных культур — это высшая форма развития индустриальной технологии, по своему содержанию приближающаяся к технологии промышленного производства. Кроме принципов индустриальной технологии интенсивная технология предусматривает программированное, гибкое управление развитием растений во всех фазах и своевременное воздействие необходимыми агротехническими приемами, микродозами удобрений и средствами защиты.

Операционная технология механизированных работ предусматривает способы, средства и последовательность выполнения основной (технологической) и вспомогательных операций. Технология механизированных работ излагается в технологических картах в сборниках типовой операционной технологии (правила производства механизированных работ).

7.2. Понятие о почве и ее плодородии

Выращивание различных сельскохозяйственных растений с целью получения продуктов питания, кормов и сырья для промышленности (пищевой, текстильной и т.п.) неразрывно связано с почвой.

Академик В. Р. Вильямс (1863—1939) рассматривал почву как «рыхлый поверхностный горизонт суши земного шара, способный производить урожай растений». Этим он подчеркивал не только качественное важнейшее свойство почвы — ее плодородие, но и неразрывную взаимообусловленность и взаимосвязанность понятия о почве и ее плодородии.

Таким образом, почва является природным, рыхлым и динамичным по состоянию телом, сформировавшимся в результате естественно-исторических процессов, протекающих в поверхностных горизонтах слоя земной коры.

Почва обладает важнейшим свойством — плодородием и характеризуется уникальностью свойств живого и неживого природного тела. Входя в состав биосферы земли, почва накапливает биологически важные минеральные элементы, аккумулирует лучистую энергию Солнца в форме органического вещества, преимущественно гумуса, обеспечивает равновесное течение круговорота веществ и энергии в природе, удерживает воду, воздух и теплоту. Благодаря этим и другим процессам формируется и развивается плодородие почвы, под которым в земледелии понимают «совокупность свойств почвы, обеспечивающих необходимые условия для жизни растений» (ГОСТ 16265—89 «Земледелие. Термины и определения»). Тем самым, почва становится природной средой обитания для многих растительных и животных организмов и естественной основой для сельскохозяйственного производства.

Вовлекаемая в сельскохозяйственную обработку, почва является для человека основным важнейшим средством производства. В сравнении с такими оборотными средствами сельскохозяйственного производства, как постройки, скот, машины, орудия и т. п., которые по мере изнашивания нуждаются в замене, почва не только не утрачивает своего плодородия, но, напротив, при разумном хозяйствовании ее плодородие может быть повышено.

Состав почвы. Минеральная часть твердой фазы представлена рыхлыми продуктами выветривания горных пород. Такие рыхлые отложения состоят из отдельных частиц различной величины и формы, которые называются *механическими элементами*, или *гранулами*.

Сходные по размеру гранулы объединяют в группы, или фракции, среди которых выделяют камни (более 3 мм), гравий (3... 1 мм), песок (1... 0,05 мм), пыль (0,05... 0,001 мм), ил (0,001... 0,0001 мм) и коллоиды (менее 0,0001 мм). Частицы более 1 мм называют скелетом почвы, а менее 1 мм мелкоземом.

Необходимость в выделении фракций объясняется тем, что они обладают весьма несходными свойствами, передавая эти свойства почвам. Каменистая фракция характеризуется высокой воздухо- и водопроницаемостью, практически не обладает влагоемкостью, капиллярностью и связанностью, не способна удерживать в себе

влагу и минеральные элементы, но вызывает ускоренное изнашивание рабочих органов почвообрабатывающих орудий. Напротив, илистая фракция, богатая питательными веществами и гумусом, обладает высокой влагоемкостью и поглотительной способностью, препятствует вымыванию минеральных элементов из почвы, но имеет низкую воздухо- и водопроницаемость и высокую капиллярность, связанность и липкость.

Механический (гранулометрический) состав определяют по содержанию в рухляке каждой фракции отдельно, выраженной в процентах от общей массы абсолютно сухой почвы. Для характеристики почв по гранулометрическому составу широко применяют классификацию Н. А. Качинского (табл. 7.1), в которой используют количественное соотношение в процентах между фракциями физического песка (более 0,01 мм) и физической глины (менее 0,01 мм), общая масса которых принята за 100 %.

Механический состав в значительной мере определяет многие агрономические свойства. Песчаные и супесчаные почвы легко впитывают влагу и пропускают воздух, но обычно мало содержат органического вещества и потому плохо удерживают воду и питательные вещества. Из-за низкой связности почвы такого механического состава легко поддаются обработке и с весны быстро прогреваются, за что и получили название легкие и (или) теплые.

Глинистые почвы плохо и медленно впитывают влагу, которая застаивается на поверхности и приводит к образованию почвенной корки. Ввиду слабого газообмена в таких почвах приостанавливается жизнедеятельность аэробных бактерий, затрудняется снаб-

Таблица 7.1

Классификация почв по гранулометрическому составу

Разновидность почвы	Содержание физической глины (гранулы менее 0,01 мм), %		
	Подзолистый тип почвы	Степной тип почвы	Солонцовый тип почвы
Песок рыхлый	0...5	0...5	0...5
Песок связанный	5...10	5...10	5...10
Супесь	10...20	10...20	10...15
Суглинок легкий	20...30	20...30	15...20
Суглинок средний	30...40	30...45	20...30
Суглинок тяжелый	40...50	45...60	30...40
Глина легкая	50...65	60...75	40...50
Глина средняя	65...80	75...85	50...65
Глина тяжелая	Более 80	Более 85	Более 65

жение корней растений кислородом, образуются вредные для растений оксиды алюминия и железа и усиливаются явления токсикоза. Такие почвы сильно уплотняются, оказывают большое сопротивление почвообрабатывающим орудиям, а весной очень медленно прогреваются, что дало им название тяжелые и (или) холодные.

В суглинистых почвах сочетаются положительные свойства легких и тяжелых почв. Такие почвы предпочтительнее для возделывания многих культур (озимые, свекла, картофель, лен, сеяные травы и др.), так как на более продолжительное время сохраняют благоприятные условия для жизни растений.

Органическое вещество почвы. Источником образования органического вещества почвы являются обитающие в ней и на ней растительные и животные организмы. В почву поступают как отмирающие надземные части древесных растений (трансформируются в лесной опад, или лесную подстилку) и почти полностью отмирающая надземная масса травянистых растений (дерновый, или степной, войлок), так и частично или полностью отмирающая их корневая система, оставаясь в толще почвы в местах ее прежнего функционирования. Ежегодно сухое вещество лесного опада под древесной растительностью составляет около 3...7 т/га и в несколько раз превышает массу ее корней, отмирающих в почве. При отмирании травянистой растительности в почву ежегодно поступает нередко 11... 18 т/га сухого органического вещества, бóльшая часть которого представлена отмершими корнями. Заметно обогащают почву органическим веществом также микроорганизмы и беспозвоночные животные.

Строение пахотного слоя. Состав и состояние почвы в значительной мере зависят от взаимодействия и соотношения формирующих ее твердой, жидкой и газообразной фаз. Однако под воздействием природных факторов и производственной деятельности человека эти фазы почвы, прежде всего в пахотном слое, изменяют как свои количественные показатели и соотношения, так и свое качественное состояние, которое в совокупности называют *строением пахотного слоя* почвы. Вследствие изменения строения почвы существенно меняются и многие условия жизни растений, микроорганизмов и почвообитающих животных.

Строение почвы, прежде всего ее пахотного слоя, на хорошо окультуренной пашне в ее естественном состоянии (без предварительного рыхления или уплотнения) обычно характеризуется следующими показателями, если объем отобранного образца почвы принять за 100 %: объем твердой фазы 45... 50 %; общая пористость 50...55 %; некапиллярная пористость 25...28 %; капиллярная пористость 25...28 %.

Такое строение пахотного слоя считается весьма благоприятным для растений и почвообитающих организмов, хотя и не может быть оптимальным для всех разных по биологии сельскохозяй-

ственных культур. На почвах необходимо с весны создавать и позднее поддерживать строение пахотного слоя почвы с таким ориентировочным процентным соотношением твердой фазы, некапиллярной и капиллярной пористости, как 40 (45):32 (30):28 (25). Создавая и поддерживая благоприятное строение пахотного слоя, можно значительно повысить плодородие почвы путем целенаправленного улучшения водного и воздушного режимов почвы.

Физическая спелость — состояние почвы, при котором она, обладая наименьшей связностью и липкостью, оказывает минимальное сопротивление механическому воздействию и хорошо крошится. Многие почвы такого состояния достигают при влажности 40...60 % полной влагоемкости. На глинистых и богатых гумусом почвах физическая спелость наступает при влажности 50...60 % полной влагоемкости. Легкие по механическому составу почвы сохраняют состояние физической спелости в более широком интервале влажности — 20...80 % полной влагоемкости.

Наступление физической спелости почвы определяет самое благоприятное время для начала весенних полевых работ: почва не мажется, не залипает, хорошо крошится и сохраняет в себе наибольшее количество влаги.

Таким образом, регулируя количественные и качественные соотношения свойств почв с помощью различных приемов обработки, можно в широких интервалах изменять в благоприятном направлении водные, воздушные, тепловые и другие условия жизни культурных растений.

7.3. Внесение удобрений и средств защиты растений

Удобрения представляют собой вещества, предназначенные для улучшения питания растений и повышения плодородия почвы.

В соответствии с научными принципами операционной технологии механизированных работ необходимо решить следующие основные задачи, связанные с внесением удобрений и средств защиты растений: обоснование основных агротехнических требований; комплектование ресурсосберегающих агрегатов и подготовка их к работе; подготовка поля; организация работы агрегатов; контроль качества работы; обеспечение выполнения требований по охране труда и окружающей среды.

Основная цель инженерного подхода к указанным задачам — обеспечение выполнения операций по внесению удобрений в полном соответствии с агротехническими требованиями и с наименьшими затратами используемых ресурсов (трудовых, топливно-энергетических, финансовых). Методы решения этих задач в определенной степени зависят от вида вносимых удобрений (органические, минеральные, бактериальные). Органические и минеральные

удобрения по физическому состоянию делят на твердые и жидкие. К твердым органическим удобрениям относятся навоз, торф и т. п., а к твердым минеральным — натриевая и аммиачная селитра, суперфосфат и др.

Основные агротехнические требования. При внесении твердых органических удобрений должны выполняться следующие агротехнические требования: соблюдение заданной дозы внесения с точностью ±10 %; неравномерность распределения как по ширине разбрасывания, так и по ходу агрегата до ±10 %; разрывы между смежными проходами и необработанные поворотные полосы не допускаются.

Сплошное внесение твердых минеральных удобрений должно соответствовать следующим требованиям: отклонение фактической дозы внесения от заданной до ±10 %; неравномерность распределения до ±25 % для разбрасывателей и до ±15 % для туковых сеялок.

Заделка удобрений обоих видов в почву должна быть выполнена в возможно короткие сроки после разбрасывания.

Комплектование и подготовка агрегатов к работе. Состав и скоростной режим МТА выбирают для одной из трех применяющихся технологических схем внесения удобрений: прямоточной; перевалочной; перегрузочной.

При *прямоточной* схеме удобрения на местах их хранения грузят в транспортно-технологические машины (разбрасыватели), доставляющие их на поля с последующим равномерным распределением.

Перегрузочная технология предусматривает погрузку удобрений в самосвальные транспортные средства, которые доставляют их на поле и перегружают в кузов разбрасывателя для последующего внесения в почву. Разновидность перегрузочной технологии — укладка органических удобрений кучами на поверхности поля в определенном порядке, а затем равномерное их распределение роторными валкователями-разбрасывателями типа РУН-15Б.

При *перевалочной* технологической схеме удобрения (обычно органические) транспортируют в поле и укладывают в штабеля (бурты). Затем после определенного периода их грузят в разбрасыватели и по прямоточной схеме вносят в почву.

Подготовка поля. Прежде всего необходимо очистить поле от препятствий, мешающих работе агрегатов. В зависимости от выбранного способа движения следует разметить поворотные полосы. Направление движения агрегата должно совпадать с направлением предшествующей вспашки.

Длина гона должна быть кратна длине рабочего пути разбрасывателя, определяемого по формуле

$$l_{\text{р}} = 10^{-4}\,\frac{\varepsilon_{\text{г}} m_{\text{г.н}}}{B u_{\text{т}}}, \qquad (7.1)$$

где $l_р$ — длина рабочего пути, м; $\varepsilon_г$ — коэффициент использования грузоподъемности; $m_{г.н}$ — грузоподъемность разбрасывателя, т; B — рабочая ширина захвата, м; $u_т$ — норма внесения удобрений, т/га.

Обычно принимают $\varepsilon_г = 1$ как для грузов первого класса. По значению $l_р$ и длине гона L определяют число проходов агрегата

$$n_{пр} = l_р / L, \tag{7.2}$$

которое при дробном значении округляют в меньшую сторону до целого четного значения, если заезд и выезд агрегата происходят с одной стороны загона. Нечетное целое значение $n_{пр}$ принимают при заездах и выездах с обеих сторон загона.

Организация работы агрегатов. При проведении внесения удобрений решают следующие основные задачи: выбор технологической схемы внесения удобрений; обоснование способа движения разбрасывателей удобрений; расчет общего потребного числа агрегатов и транспортных средств; обоснование оптимального режима взаимосвязанной поточной работы разбрасывателей, транспортных средств и погрузчиков.

Выбор технологической схемы внесения удобрений определяется требованиями к качеству работы и ресурсосбережения, включая экологические требования. После выбора состава агрегата рассчитывают общее потребное число разбрасывателей по формуле

$$m_\Sigma = \frac{\Omega_у}{\alpha_к k_{см} k_{об} Д_к W_{mсм}}, \tag{7.3}$$

где $\Omega_у$ — количество удобрений, подлежащих внесению, т; $\alpha_к$ — коэффициент использования календарного времени; $k_{см}$ — коэффициент сменности; $k_{об}$ — обобщенный поправочный коэффициент на местные условия; $Д_к$ — календарные сроки внесения, дни; $W_{mсм}$ — сменная производительность разбрасывателя по типовым нормам, т (т·км·га).

При большом значении m_Σ (например, более 6) организуют совместную работу отрядов или технологических комплексов с погрузочными агрегатами. Оптимальное числовое соотношение между разбрасывателями и погрузчиками устанавливают из условия их поточной работы. В данном случае имеет место типичная система массового обслуживания (СМО) замкнутого типа, поскольку число разбрасывателей m (обслуживаемые агрегаты) и число погрузчиков n (обслуживающие агрегаты) ограничено. Кроме того, имеет место СМО с ожиданием, так как обслуживаемые звенья (разбрасыватели) не покидают систему необслуженными.

Для оперативного определения оптимальных значений m_{opt} и n_{opt} в качестве упрощенного критерия оптимальности можно использовать минимум суммы потерь от простоев во взаимном ожи-

дании как разбрасывателей, так и погрузчиков, определяемый по формуле

$$C_{mn\Sigma} = mt_{m\text{п}}/C_m + nt_{n\text{п}}C_n \rightarrow \min, \qquad (7.4)$$

где $C_{mn\Sigma}$ — суммарные потери от простоев, руб.; $t_{m\text{п}}$, $t_{n\text{п}}$ — средняя продолжительность простоя соответственно разбрасывателя и погрузчика за время работы, ч; C_m, C_n — стоимость 1 ч простоя соответственно разбрасывателя и погрузчика, руб./ч.

Обе части равенства (7.4) по соображениям удобства целесообразно разделить на продолжительность работы агрегатов T_Σ, в результате чего получим

$$C_{mn} = C_{mn\Sigma}/T_\Sigma = mk_mC_m + nk_nC_n = m_\text{п}C_m + n_\text{п}C_n, \qquad (7.5)$$

где C_{mn} — суммарные потери от простоев за 1 ч работы, руб./ч; $m_\text{п}$, $n_\text{п}$ — среднее число простаивающих разбрасывателей и погрузчиков соответственно; k_m, k_n — коэффициенты простоя соответственно разбрасывателей и погрузчиков, $k_m = t_{m\text{п}}/T_\Sigma = m_\text{п}/m$, $k_n = t_{n\text{п}}/T_\Sigma = n_\text{п}/n$.

Значения k_m, k_n или $m_\text{п}$, $n_\text{п}$ в формуле (7.5) определяют методами теории массового обслуживания для СМО замкнутого типа с ожиданием. В данном случае необходимо рассчитать только значения интенсивности поступления требований на обслуживание от разбрасывателей λ и интенсивности обслуживания указанных требований погрузчиками μ по формулам

$$\lambda = 1/\bar{t}_m; \quad \mu = 1/\bar{t}_n, \qquad (7.6)$$

где $\bar{t}_m$ — средняя продолжительность цикла разбрасывателя (от момента отъезда от погрузчика с заполненным кузовом до момента обратного возвращения к месту погрузки), ч; $\bar{t}_n$ — средняя продолжительность одной погрузки (одного заполнения кузова разбрасывателя), ч.

Значения $\bar{t}_m$ и $\bar{t}_n$ определяют по результатам хронометражных наблюдений или рассчитывают с использованием справочных и нормативных данных. Например, с учетом выражения (7.1) получим

$$\bar{t}_n = \varepsilon_\text{г} m_{\text{г.н}}/W_n, \qquad (7.7)$$

где W_n — производительность погрузчика, т/ч.

Для расчета $\bar{t}_m$ можно воспользоваться выражением

$$\bar{t}_m = l_\text{г}\left(\frac{1}{v_\text{г}} + \frac{1}{v_{\text{г.х}}}\right) + \frac{l_\text{р}}{v} + \left(n_\text{пр} - 1\right)t_{\text{х.п}}, \qquad (7.8)$$

где $l_\text{г}$ — радиус перевозки удобрений, км; $v_\text{г}$ и $v_{\text{г.х}}$ — транспортные скорости соответственно с грузом и без груза, км/ч; v — рабочая

скорость при разбрасывании удобрений по полю, км/ч; $n_{пр}$ — число проходов агрегата, определяемое по формуле (7.2); $t_{х.п}$ — продолжительность одного холостого поворота агрегата, ч.

На основании выражений (7.6)—(7.8) число простаивающих разбрасывателей $m_п$ и погрузчиков $n_п$ в формуле (7.5) можно выразить в функции m, n и соответствующих внешних факторов F_m, F_n:

$$m_п = f_m(m,\ n,\ F_m);\ n_п = f_n(m,\ n,\ F_n).$$

Тогда критерий оптимальности (7.5) примет вид

$$C_{mn} = f_m(m,\ n,\ F_m)C_m + f_n(m,\ n,\ F_n)C_n \to \min. \qquad (7.9)$$

По выражению (7.9) численным методом итераций определяют оптимальное число разбрасывателей m_{opt} и погрузчиков n_{opt} при $C_{mn} = C_{mn\,min}$. Рациональное численное соотношение между m и n при оперативных инженерных расчетах можно установить из условия поточной работы погрузчиков и разбрасывателей:

$$mW_{mсм} = nW_{nсм}. \qquad (7.10)$$

Число погрузчиков при заданном числе разбрасывателей

$$n = mW_{mсм}/W_{nсм} = mW_m/W_n. \qquad (7.11)$$

Сменные $W_{mсм}$, $W_{nсм}$ или часовые W_m, W_n производительности соответственно разбрасывателей и погрузчиков можно определить по нормативным данным. При наличии одного погрузчика следует определить потребное число разбрасывателей для его бесперебойного обслуживания по формуле

$$m_1 = \bar{t}_m/\bar{t}_n. \qquad (7.12)$$

Значения $\bar{t}_m$ и $\bar{t}_n$ определяют по формулам (7.7) и (7.8).

Контроль качества работы. Операции контроля качества работы выполняют по двум основным показателям: соблюдение заданной нормы внесения и равномерность распределения удобрений по поверхности поля. Для проверки качества работы используют методы, изложенные в курсе «Сельскохозяйственные машины». Нарушение агротехнических требований по этим показателям приводит не только к перерасходу удобрений, но и к ухудшению качества урожая и последующей продукции, отрицательно воздействует на окружающую среду.

Охрана труда. Задачи охраны труда сводятся к обеспечению безопасной работы всего персонала, связанного с выполнением технологического процесса по внесению удобрений. Конкретные методы решения этих задач излагаются в соответствующем курсе.

Основное отрицательное воздействие агрегатов по внесению удобрений на окружающую среду заключается в чрезмерной концентрации химических веществ в почве, воздухе и растениях, а

также в переуплотнении почвы. Оптимальная плотность почвы в зависимости от ее типа и вида сельскохозяйственной культуры 1,1...1,4 г/см^3. Уплотняющее воздействие ходовых систем агрегатов данного типа на почву можно уменьшить за счет увеличения опорной поверхности, подбора оптимального давления в шинах, применения шин улучшенной конструкции и т.п.

7.4. Основная обработка почвы

Под *основной обработкой* агрономической наукой подразумевается наиболее глубокая обработка почвы, существенно меняющая ее сложение, к которой относятся вспашка с оборотом пласта и безотвальная обработка почвы плоскорезами-глубокорыхлителями, чизель-плугами на глубину до 300 мм. Рассмотрим операционную технологию вспашки с оборотом пласта.

Основные агротехнические требования. К основным агротехническим требованиям при проведении данной операции относятся следующие: отклонение от заданной глубины не более 5 %; заделка не менее 98 % пожнивных остатков на глубину не менее 120 мм; высота гребней до 50 мм; глыбы размером более 100 мм должны занимать не более 15...20 % поверхности пашни; глубина и высота оставшихся после заравнивания развальных борозд и свальных гребней не должны превышать 70 мм.

Комплектование и подготовка агрегатов к работе. Комплектование пахотных агрегатов заключается в обосновании ресурсосберегающего состава и рабочей скорости в зависимости от условий работы. Предварительно определяется диапазон мощностей (табл. 7.2), отвечающих требованиям высокой производительности и возможно меньших эксплуатационных затрат.

Первая цифра диапазона соответствует минимальным приведенным затратам, а вторая — компромиссным затратам, превышающим минимальные на 5 %, при этом глубина вспашки составляет 200...220 мм.

Конкретную марку трактора выбирают в указанном диапазоне с учетом имеющихся в хозяйстве агрегатов и природно-производственных факторов. Например, при переувлажненных почвах бо-

Таблица 7.2

Диапазоны потребных мощностей трактора для пахотных агрегатов

Тип почвы	Потребная мощность, кВт, при длине гона, м				
	200...300	300...400	400...600	600...1 000	Более 1 000
Легкая	51...84	61...105	65...114	73...132	95...178
Средняя	57...96	70...124	75...135	84...156	109...213
Тяжелая	63...107	74...134	80...145	90...168	117...230

лее эффективны гусеничные тракторы. При нехватке механизаторов в пределах соответствующего диапазона следует выбирать трактор более высокой мощности. На базе выбранного трактора определяют рабочую скорость агрегата, число корпусов и соответствующую марку плуга.

Коэффициент использования номинального тягового усилия тракторов в составе агрегатов находится в диапазоне 0,8...0,9. Агрегаты с одно- и двухкорпусными плугами рекомендуются при меньшей длине гона, а также на небольших участках фермерских хозяйств. При выборе глубины вспашки наряду с агротехническими требованиями следует учитывать и энергозатраты. Например, увеличение глубины вспашки всего на 10 мм приводит к повышению расхода топлива на 5 %. Следовательно, увеличение глубины вспашки экономически оправдано лишь в случае, если прирост расхода топлива компенсируется повышением урожайности.

Подготовка поля. Основные мероприятия по подготовке поля для пахотных агрегатов — удаление камней и других препятствий, предварительное лущение стерни, разбивка поля на загоны. Правильная разбивка поля на загоны имеет важнейшее значение с точки зрения качества вспашки, экономии топлива, утомляемости механизатора, производительности агрегата и износа механизмов управления трактором.

Оптимальную ширину загона с учетом особенностей для способа чередования загонов всвал, вразвал можно рассчитать по упрощенным формулам

$$C_{opt} = 1,41B\sqrt{1110 + 2L/B}; \tag{7.13}$$

$$C_{opt} = 1,41B\sqrt{168 + 2L/B}; \tag{7.14}$$

$$C_{opt} = 1,41B\sqrt{108}. \tag{7.15}$$

Оптимальная ширина загона C_{opt}, полученная по формуле (7.13), соответствует случаю, когда все вспомогательные операции также выполняет основной агрегат. Формула (7.14) соответствует случаю, когда основной агрегат не обрабатывает поворотные полосы (на конце загона пустыри, дороги и т. п.). Третья формула соответствует случаю, когда разбивка поля на загоны и выполнение вспомогательных операций осуществляются другим специальным агрегатом меньшей мощности и основной агрегат в этих операциях не участвует. Оптимальная ширина загона C_{opt} в этом случае постоянна при всех значениях длины гона. Значения C_{opt}, получаемые по формулам (7.13)—(7.15), должны быть округлены до значения, кратного удвоенной ширине захвата агрегата $2B$.

При использовании оборотных и фронтальных плугов применяют челночный способ движения без разбивки поля на загоны и без образования свальных гребней или развальных борозд.

Организация работы агрегатов. При основной обработке почвы предусматривается решение следующих основных задач: выбор способа движения агрегатов; определение потребного числа МТА для выполнения вспашки в лучшие агротехнические сроки; выбор ресурсосберегающей организационной формы работы агрегатов. Все перечисленные задачи организации работы пахотных агрегатов следует решать с позиции максимального ресурсосбережения.

Основными способами движения для МТА с обычными плугами являются чередование загонов всвал и вразвал, а также беспетлевой комбинированный. Из данных сравнительного анализа следует, что при длине гона $L < 200$ м холостой путь агрегата меньше при беспетлевом комбинированном способе движения, а при $L > 200$ м более эффективен способ чередования загонов.

Однако следует учесть, что с практической точки зрения способ чередования загонов наиболее простой, особенно на трех загонах, когда крайние из них обрабатывают способом всвал, а средний — способом вразвал. Для оборотных и фронтальных плугов наиболее эффективен челночный способ движения. При этом отсутствие свальных гребней и развальных борозд является важнейшим преимуществом указанных плугов.

Для заравнивания свальных гребней и развальных борозд требуются дополнительные заезды агрегата и соответственно увеличиваются потери времени смены. Гребни и борозды затрудняют также работу МТА на последующих операциях предпосевной обработки почвы, а на полосе их пролегания снижается урожайность при большем количестве сорняков.

Общее потребное число пахотных агрегатов определяют аналогично выражению (7.3) по формуле

$$m_{\Sigma} = \frac{F_{\text{п}}}{\alpha_{\text{к}} k_{\text{см}} k_{\text{об}} Д_{\text{к}} W_{\text{см}}}, \qquad (7.16)$$

где $F_{\text{п}}$ — общая площадь полей, подлежащих вспашке, га.

Сменную наработку пахотного агрегата $W_{\text{см}}$ определяют по типовым нормам с учетом данных табл. 7.2. Календарные сроки вспашки $Д_{\text{к}}$ зависят от конкретных почвенно-климатических условий. Наиболее благоприятный период проведения вспашки — состояние механической спелости почвы при влажности 18...20 %. При этом уменьшается тяговое сопротивление плуга, а следовательно, и расход топлива. Обеспечивается также лучшее крошение пласта и в конечном итоге может быть получен более высокий урожай.

Контроль качества работы. Качество работы пахотных агрегатов оценивают по степени соответствия фактических показателей вспашки агротехническим требованиям, соответствующим данной технологической операции.

При оперативной оценке качества вспашки путем непосредственных измерений наиболее часто определяют глубину вспаш-

ки, выровненность поверхности поля, гребнистость. Глубину вспашки измеряют с помощью глубиномера или двух линеек в десяти точках по диагонали участка.

Выровненность поверхности поля после вспашки определяют разностью между длиной профиля поля поперек пахоты и длиной соответствующей проекции. Указанная разность не должна превышать 50... 70 мм. Гребнистость пашни определяют с помощью планки, располагаемой поперек пластов, и линейки по расстоянию от нижней точки борозды до нижней плоскости планки. Глыбистость и степень заделки растительных остатков определяют при необходимости с помощью квадратной рамки со стороной 1 м. В общем случае качество вспашки оценивают по балльной системе в соответствии с методами операционной технологии.

Охрана труда. При вспашке выполнение требований охраны труда сводится в основном к обеспечению безопасной работы механизатора и всего агрегата в соответствии с правилами безопасности, излагаемыми в соответствующем курсе.

Рассмотренные методы решения задач операционной технологии вспашки применимы также и к другим видам глубокой основной обработки почвы плоскорезами-глубокорыхлителями, чизель-плугами и др.

7.5. Предпосевная обработка почвы

Общими характерными особенностями всех операций предпосевной обработки почвы (боронование, дискование, сплошная культивация и др.) являются небольшая глубина обработки почвы, идентичность методов расчета и составления агрегатов. Основные задачи операционной технологии этих работ рассмотрены на примере сплошной культивации.

Основные агротехнические требования. К сплошной культивации предъявляют следующие агротехнические требования: отклонение от заданной глубины обработки почвы (80... 100 мм) не более 10 мм; допустимая высота гребней до 40 мм; сорные растения должны быть уничтожены полностью, необработанные участки не допускаются. Для лучшего рыхления и выравнивания почвы сплошную культивацию часто совмещают с боронованием.

Комплектование и подготовка агрегатов к работе. В данном случае комплектование МТА (табл. 7.3) сводится к обоснованию ресурсосберегающего состава и рабочей скорости. Оптимальные составы агрегатов на базе выбранных тракторов определяют по минимуму удельных энергозатрат. Конкретные природно-производственные условия (влажность почвы, наличие механизаторских кадров и др.) при выборе типа и марки трактора учитывают по аналогии с пахотными агрегатами (см. подразд. 7.4).

Таблица 7.3

Состав машинно-тракторных агрегатов для сплошной культивации

Длина гона, м	300...400	400...600	600...1 000	Более 1 000
Потребная мощность, кВт	55...95	67...119	84...155	99...187
Состав агрегата	ЛТЗ-60АБ + + КПС-4 + + 4БЗСС-1	Т-4А + +СП-16 + + 3КПС-4 + + 12БЗСС-1	Т-150 + + СП-16 + + 3КПС-4 + + 12БЗСС-1	ДТ-175С + + СП-11 + + 2КПС-4 + + 8БЗСС-1
	ДТ-75М + + СП-11 + + 2КПС-4 + + 8БЗСС-1	Т-150 + + СП-16 + + 3КПС-4 + + 12БЗСС-1	Т-150К + + СП-11 + + 2КПС-4 + + 8БЗСС-1	К-700А + + СП-16 + + 3КПС-4 + + 12БЗСС1
		Т-150К + + СП-11 + + 2КПС-4 + + 8БЗСС-1	ДТ-175С + + СП-11 + + 2КПС-4 + + 8БЗСС-1	К-701 + + СП-16 + + 4КПС-4 + + 16БЗСС1

Операции по подготовке агрегатов к работе (расстановка рабочих органов, установка глубины обработки почвы, регулировка сжатия пружин в зависимости от плотности почвы, выбор давления в шинах трактора и опорных колес и др.) выполняют в соответствии с рекомендациями справочников по сельскохозяйственным машинам.

Подготовка поля. Операции подготовки поля сводятся к устранению возможных препятствий и разбивке поля на загоны в зависимости от принятого способа движения агрегата. Ширину поворотной полосы рассчитывают с учетом ее кратности ширине захвата МТА.

Организация работы агрегатов. Прежде всего с учетом условий работы выбирают наиболее эффективный способ движения МТА. При малых размерах полей и числе машин в составе агрегата не более двух рекомендуется челночный способ движения МТА. В других случаях применяют способ движения перекрытием. При этом агрегат должен двигаться поперек или под углом к направлению вспашки с целью лучшего рыхления почвы и уничтожения сорняков. Перекрытие между смежными проходами МТА составляет 100...150 мм.

Общее потребное число агрегатов для выполнения всей работы в требуемые агротехнические сроки определяют по формуле (7.16).

Контроль качества работы. При сплошной культивации качество работы оценивают в основном по равномерности глубины обработки почвы, гребнистости и степени уничтожения сорняков.

Общую оценку выполняют по балльной системе методами операционной технологии. Например, гребнистость до 30 мм оценивают 3 балла, до 40 мм — 2 балла и до 50 мм — 1 балл.

Охрана труда. Задачи охраны труда при сплошной культивации почвы решают методами, направленными на обеспечение безопасного функционирования агрегатов на данной операции, излагаемыми в соответствующем курсе.

7.6. Посев и посадка основных сельскохозяйственных культур

Методы решения задач операционной технологии посева и посадки сельскохозяйственных культур в основном идентичны, поэтому целесообразно рассмотреть их на примере зерновых колосовых культур (озимой пшеницы).

Основные агротехнические требования. К посеву озимой пшеницы предъявляют следующие агротехнические требования: допустимое отклонение от нормы высева семян до 5 %, удобрений — до 10 %; неравномерность высева отдельными высевающими аппаратами до 3 %; отклонение от установленной глубины заделки семян до 15 %; отклонение ширины стыковых междурядий от нормативного значения до 20 мм для смежных сеялок в агрегате и до 50 мм для смежных проходов МТА; незасеянные поворотные полосы не допускаются; разрыв между последним видом предпосевной обработки почвы и посевом не более 1 сут.

Комплектование и подготовка агрегатов к работе. Прежде всего решают задачи обоснования ресурсосберегающего состава и рабочей скорости посевных агрегатов. Примеры ресурсосберегающих диапазонов мощностей и составов МТА приведены в табл. 7.2, 7.3. Ранее приведенные рекомендации по выбору конкретного агрегата в зависимости от условий работы справедливы и в данном случае.

Первая цифра диапазона мощностей посевных МТА (табл. 7.4) соответствует минимальным приведенным затратам, а вторая — затратам, превышающим минимальные на 5 %.

В пределах указанных диапазонов мощностей могут быть составлены посевные агрегаты и с сеялками других типов. Естественно, что в пределах каждого диапазона мощностей требованиям ресурсосбережения в большей степени отвечают агрегаты с мощностью трактора, близкой к первой цифре.

Подготовка посевных агрегатов к работе включает в себя следующие основные операции: установка сошников на заданную ширину междурядий и глубину заделки семян; выбор заданных норм высева семян и удобрений; установка маркера и др.

Для обеспечения требуемой ширины стыкового междурядья необходимо определить соответствующую длину вылета маркера,

Таблица 7.4

Составы посевных машинно-тракторных агрегатов

Длина гона, м	300...400	400...600	600...1 000	Более 1 000
Потребная мощность, кВт	54...87	59...94	62...101	69...114
Состав агрегатов	ЛТЗ-60АБ + + СЗУ-3,6	ЛТЗ-60АБ + + СЗУ-3,6	ДТ-75М + + СП-11 + + 3СЗУ-3,6	Т-4А + + СП-16 + + 4СЗУ-3,6
	ДТ-75М + + СП-11 + + 3СЗУ-3,6	ДТ-75М + + СП-11 + + 3СЗУ-3,6	Т-4А + + СП-16 + + 4СЗУ-3,6	ДТ-175С + + СП-16 + + 4СЗУ-3,6
			ДТ-175С + + СП-16 + + 4СЗУ-3,6	Т-150К + + СП-11 + + 3СЗУ-3,6

под которой подразумевается расстояние от крайнего сошника агрегата до метчика маркера в рабочем положении. Длина вылета маркера зависит от способа вождения трактора относительно его следа. Если вести трактор по следу маркера серединой (пробкой радиатора), длина вылета обоих маркеров (левого и правого)

$$l_{\text{п}} = l_{\text{л}} = 0{,}5B' + C_{\text{м}} = 0{,}5(B - C_{\text{м}}) + C_{\text{м}} = 0{,}5(B + C_{\text{м}}), \quad (7.17)$$

где $l_{\text{п}}$ и $l_{\text{л}}$ — длина вылета соответственно правого и левого маркеров, м; B' — расстояние между крайними сошниками агрегата, м; $C_{\text{м}}$ — ширина стыкового междурядья, м; B — ширина захвата МТА, м.

Более удобно вождение трактора по следу маркера серединой правого колеса или наружным краем правой гусеницы. При этом

$$\begin{aligned} l_{\text{п}} &= 0{,}5B' + C_{\text{м}} - 0{,}5l_{\text{к.г}} = 0{,}5(B + C_{\text{м}} - l_{\text{к.г}}); \\ l_{\text{л}} &= 0{,}5B' + C_{\text{м}} + 0{,}5l_{\text{к.г}} = 0{,}5(B + C_{\text{м}} + l_{\text{к.г}}), \end{aligned} \quad (7.18)$$

где $l_{\text{к.г}}$ — расстояние между серединами колес или краями гусениц, м.

При вождении трактора по следу маркера попеременно правым и левым колесом (гусеницей) $l_{\text{п}} = l_{\text{л}}$, что определяется по формуле (7.18).

Подготовка поля. Основная операция подготовки поля при посеве зерновых — разбивка его на загоны оптимальной ширины. При этом длина гона должна быть согласована с вместимостью семенного ящика (бункера) таким образом, чтобы обеспечивалась заправка семян и удобрений в начале или конце загона.

Для согласования длины гона с вместимостью семенного ящика предварительно по аналогии с формулой (7.1) рассчитывают длину рабочего пути агрегата, соответствующую одной заправке семенами:

$$l_{\text{р}} = 10^{-4}\,\frac{Q_{\text{н.с}}\lambda_{\text{с}}\rho_{\text{с}}}{Bu_{\text{с}}}, \qquad (7.19)$$

где $Q_{\text{н.с}}$ — вместимость семенного ящика, м^3; $\lambda_{\text{с}}$ — коэффициент заполнения семенного ящика; $\rho_{\text{с}}$ — объемная масса семян, кг/м^3; $u_{\text{с}}$ — норма высева семян, кг/га.

Затем по уравнению (7.2) определяют число проходов МТА $n_{\text{пр}}$, которое округляют в меньшую сторону до целого четного значения при заправке семян только на одном конце загона и до нечетного значения — при двусторонней заправке.

Организация работы агрегатов. В данном случае предусматривается решение следующих основных задач: выбор способа движения МТА; определение общего потребного числа агрегатов для выполнения посевных работ в лучшие агротехнические сроки; обоснование состава посевных звеньев (комплексов), включая транспортные средства для перевозки семян и удобрений.

Основные способы движения посевных агрегатов следующие: челночный (см. рис. 6.8, *а*) — при числе сеялок до двух; всвал (см. рис. 6.8, *б*) или вразвал (см. рис. 6.8, *в*) и беспетлевой перекрытием (см. рис. 6.8, *е*) — при большем числе сеялок. Общее потребное число посевных агрегатов рассчитывают по формуле (7.16).

Количественное соотношение между посевными и транспортными агрегатами должно быть таким, чтобы потери от простоев во взаимном ожидании были минимальными. Наиболее эффективно эту задачу решают методами теории массового обслуживания аналогично расчету необходимого числа агрегатов для внесения удобрений (см. подразд. 7.3). При этом решение по формулам (7.4)—(7.9) справедливо и в данном случае (m, n — число посевных и транспортных агрегатов соответственно).

Рассмотрим случай посева зерновых без внесения удобрений.

Интенсивность поступления требований на заправку всех сеялок агрегата семенами

$$\lambda = 1/\bar{t}_{mc}, \qquad (7.20)$$

где $\bar{t}_{mc}$ — средняя продолжительность технологического цикла посевного агрегата, ч.

Для определения значения $\bar{t}_{mc}$ используют формулу (7.8), подразумевая под $l_{\text{г}}$ и $l_{\text{г.х}}$ длину пути подъезда агрегата под загрузку семян и обратного хода до загона соответственно:

$$\bar{t}_{mc} = \frac{l_{\text{г}}}{v_{\text{г}}} + \frac{l_{\text{г.х}}}{v_{\text{г.х}}} + \frac{l_{\text{р}}}{v} + (n_{\text{пр}} - 1)t_{\text{х.п}}. \qquad (7.21)$$

Длину рабочего пути $l_р$ рассчитывают по формуле (7.19), а число проходов $n_{пр}$ по гону длиной L — по формуле (7.2).

Интенсивность технологического обслуживания транспортными агрегатами (загрузчиками семян) определяют с учетом выражения (7.19) по аналогии с соотношением (7.6):

$$\mu = \frac{m_{р1}}{\bar{t}_{пс}} = \frac{m_{г.н}\varepsilon_г}{n_с Q_{н.с}\lambda_с \rho_с \bar{t}_{пс}}, \qquad (7.22)$$

где $m_{р1}$ — число посевных агрегатов, обслуживаемых за один рейс; $\bar{t}_{пс}$ — средняя продолжительность цикла транспортного агрегата, ч; $m_{г.н}$ — грузоподъемность транспортного агрегата, кг; $\varepsilon_г$ — коэффициент использования грузоподъемности; $n_с$ — число сеялок в составе посевного агрегата.

Среднюю продолжительность цикла транспортного агрегата $\bar{t}_{пс}$ с учетом равенства (7.8) определяют в виде

$$\bar{t}_{пс} = \frac{l_г}{v_г} + \frac{l_{г.х}}{v_{г.х}} + m_{р1}t_{в.с} + (m_{р1} - 1)t_{п1} + t_{пс}, \qquad (7.23)$$

где $t_{в.с}$ — продолжительность одной заправки семенами всех сеялок, ч; $t_{п1}$ — средняя продолжительность одного переезда от одного посевного агрегата к другому при обслуживании нескольких МТА за один рейс, ч; $t_{пс}$ — продолжительность погрузки семян в транспортное средство, ч.

Число обслуживаемых за один рейс агрегатов $m_{р1}$ определяют по формуле (7.22), а продолжительность погрузки семян в транспортное средство $t_{пс}$ — по формуле (7.7).

После определения λ и μ при последующем решении по критерию (7.9) пользуются методами СМО замкнутого типа с ожиданием. В результате такого решения получают оптимальное число посевных m_{opt} и транспортных n_{opt} агрегатов в звене.

Можно определить также и рациональное число посевных агрегатов $m_{с1}$, обслуживаемых одним транспортным агрегатом или загрузчиком семян, с учетом равенства (7.12):

$$m_{с1} = \frac{\bar{t}_{тс} m_{р1}}{\bar{t}_{пс} - m_{р1}t_{в.с}}. \qquad (7.24)$$

Приведенные методы решения в целом обеспечивают работу посевных и транспортных агрегатов без значительных потерь времени из-за взаимного ожидания.

Контроль качества работы. Отклонения фактической нормы высева от заданной определяют в пяти местах по длине гона путем непосредственного подсчета количества высеянных семян.

Глубина заделки семян проверяется путем раскапывания рядков по всей ширине захвата сеялки. Измерения производят с помощью планки и линейки. Ширина стыковых междурядий проверяется путем измерения расстояния между смежными рядками не менее 10 раз за смену.

Для оценки качества работы по указанным показателям используют балльную систему. Например, отклонению фактической нормы высева на 1,5 % от заданной соответствует 4 балла, на 2 % — 2, а более 2 % — 1 балл. Общая оценка качества работы представляет собой сумму баллов по всем показателям.

Охрана труда. Группа задач охраны труда при операционной технологии посева зерновых решается методами, направленными на обеспечение безопасной работы агрегата и обслуживающего персонала и излагаемыми в соответствующем курсе.

7.7. Уборка зерновых культур

Задачи операционной технологии уборки различных зерновых культур в основном идентичны, поэтому целесообразно рассмотреть их на примере колосовых, занимающих бóльшую часть посевных площадей под зерновыми.

Различают два основных способа уборки: прямое комбайнирование и раздельный (двухфазный) способ. Трехфазная уборка (скашивание в валки, подбор валков с последующим транспортированием хлебной массы, обмолот в стационарных условиях) пока не нашла широкого распространения в основном из-за недостатка требуемых машин.

Основные агротехнические требования. *Раздельным способом* следует прежде всего убирать засоренные и неравномерно созревающие хлеба в стадии восковой спелости примерно на 5—8 дней раньше прямого комбайнирования. При этом должны быть обеспечены необходимые условия для образования валков требуемого качества: число растений на 1 м^2 не менее 250—300; высота растений не менее 600...800 мм; высота стерни 150...250 мм.

При нормальных условиях подбор валков следует начинать не позднее 3—6 дней после скашивания. Нарушение этого требования приводит к большим потерям урожая.

Прямое комбайнирование наиболее эффективно, когда влажность зерна не превышает 14...17 % и не менее 95 % растений находятся в фазе полной спелости. Оптимальная продолжительность уборки после наступления полной спелости зерна должна составлять 5—7 дней. При затягивании сроков уборки резко возрастают потери урожая. Например, потери озимой пшеницы на 10-й и 15-й день уборки составляют соответственно 9 и 17 %. Высота среза зависит от высоты и густоты стеблей и может изменяться в диапазоне 130...350 мм.

Потери зерна при уборке должны отвечать следующим требованиям: потери за валковой жаткой или хедером до 1 % для неполеглого и до 2,5 % для полеглого хлебостоя; потери при подборе валков 0,5... 1 %; потери за молотилкой от недомолота и невытряса зерна при влажности до 18 % не более 1,5 %; дробление семенного зерна до 1 %, а продовольственного и фуражного до 2 %; чистота зерна в бункере не менее 95 и 96 % соответственно при прямом комбайнировании и подборе валков.

Комплектование и подготовка агрегатов к работе. Прежде всего по аналогии с ранее рассмотренными агрегатами следует в зависимости от природно-производственных условий обосновать ресурсосберегающее значение пропускной способности и выбрать соответствующую марку комбайна.

Однако в настоящее время не существует достаточного числа типоразмеров комбайнов для учета основных природно-производственных условий с позиций ресурсосбережения. В связи с этим можно воспользоваться упрощенными практическими рекомендациями. Комбайны типа «Дон-1500» с пропускной способностью $q_н \approx 8$ кг/с эффективнее использовать на полях с площадью не менее их дневной наработки при урожайности зерновых более 1,8... 2 т/га.

Комбайны типа СК-5М «Нива» с пропускной способностью 5... 5,5 кг/с целесообразно использовать на полях с меньшей площадью и при меньших значениях урожайности.

Расчет уборочных агрегатов при уборке зерновых культур сводится в основном к обоснованию ширины захвата и рабочей скорости с учетом нормальной нагрузки двигателя и пропускной способности рабочих органов.

При раздельной уборке ширина захвата жатки B должна обеспечивать требуемую плотность валка, определяемую по формуле

$$q_в = 0,1Bu(1 + \delta_с),$$

где $q_в$ — плотность валка, кг/м; u — урожайность зерна, т/га; $\delta_с$ — отношение массы соломы к массе зерна.

Приравнивая в этой формуле $q_в$ к допустимой плотности валка $q_{в.д}$, можно определить требуемую ширину захвата жатки

$$B_д = \frac{q_{в.д}}{0,1u(1+\delta_с)}.$$

Значение $q_{в.д}$ может изменяться в зависимости от условий уборки в диапазоне 1,5... 6 кг/м. При $q_в < 1,5$ кг/м валок плохо удерживается стерней и комбайн загружается недостаточно.

Верхний предел плотности валка определяется требованиями к скорости просыхания хлебной массы и пропускной способностью комбайна.

Наиболее широко используют жатки ЖВН-6А, ЖВР-10, ЖРБ-4,2, навешиваемые на комбайны, а также прицепные жатки ЖРС-4,9А и ЖВС-6, используемые с тракторами типа ЛТЗ-60АБ, МТЗ-80.

При подборе валков и прямом комбайнировании расчет агрегата сводится к обоснованию рабочей скорости v и ширины захвата жатки B, как указано выше, по нагрузке двигателя и пропускной способности комбайна. Нагрузка двигателя определяется балансом мощности, который имеет вид

$$\varepsilon_N N_{\text{н}} = \frac{e_N}{\eta_{\text{в}}} 0,1Bvu\left(1+\delta_{\text{с}}\right) + \frac{m_{\text{э}} g \psi v}{\eta_{\text{тр}}\left(1-\delta\right)}, \qquad (7.25)$$

где $N_{\text{н}}$ — номинальная мощность комбайна; ε_N — коэффициент использования мощности; e_N — переводной коэффициент; $\eta_{\text{в}}$ — КПД привода ВОМ; $m_{\text{э}}$ — эксплуатационная масса комбайна, кг; g — ускорение свободного падения; $\eta_{\text{тр}}$ — КПД трансмиссии; δ — буксование; v — рабочая скорость комбайна, м/с; ψ — коэффициент сопротивления движению трактора.

Подразумевая под ε_N допустимый коэффициент использования мощности двигателя, можно определить соответствующую допустимую скорость по мощности

$$v_N = \frac{\varepsilon_N N_{\text{н}}}{\frac{e_N}{\eta_{\text{в}}} 0,1Bu\left(1+\delta_{\text{с}}\right) + \frac{m_{\text{э}} g \psi}{\eta_{\text{тр}}\left(1-\delta\right)}}. \qquad (7.26)$$

Для обеспечения работоспособности комбайна необходимо определить также допустимую рабочую скорость по пропускной способности

$$v_q = \frac{q_{\text{н}}}{0,1Bu\left(1+\delta_{\text{с}}\right)}, \qquad (7.27)$$

где $q_{\text{н}}$ — пропускная способность комбайна при $\delta_{\text{с}} = 1,5$, кг/с.

В качестве рабочей скорости выбирают меньшую из v_N и v_q, а затем определяют соответствующую передачу трансмиссии. При необходимости по формулам (7.26) и (7.27) может быть подобрана также ширина захвата жатки комбайна.

Подготовка уборочных агрегатов к работе и регулировка рабочих органов осуществляются методами, излагаемыми в курсе «Сельскохозяйственные машины».

Подготовка поля. Операции по подготовке поля определяются выбранным способом уборки и принятым способом движения агрегатов. Основные способы движения агрегатов при скашивании хлебов в валки следующие: загонный вразвал по ходу часовой стрелки; загонный с расширением прокосов; круговой по ходу часовой стрелки; челночный.

При прямом комбайнировании используют в основном способы движения вразвал по ходу часовой стрелки, круговой и с расширением прокосов.

Для подготовки полей используют фронтальную жатку типа ЖВН-6. При этом на полях с большой длиной гона прокашивают разгрузочные магистрали шириной 8...10 м для прохода транспортных средств.

Среднее расстояние между такими магистралями соответствует длине рабочего пути заполнения бункера комбайна:

$$l_{\text{р}} = 10^{-4}\frac{Q_{\text{б}}\rho_{\text{б}}\lambda_{\text{б}}}{Bu}, \qquad (7.28)$$

где $l_{\text{р}}$ — расстояние между разгрузочными магистралями, м; $Q_{\text{б}}$ — вместимость бункера, м^3; $\rho_{\text{б}}$ — объемная масса бункерного зерна, т/м^3, для пшеницы и ржи соответственно 0,78 и 0,72 т/м^3; $\lambda_{\text{б}}$ — коэффициент заполнения бункера.

Организация работы агрегатов. К основным задачам организации работы уборочных агрегатов рассматриваемого типа относятся выбор способа движения; определение потребного числа агрегатов для выполнения уборочных работ в оптимальные сроки; обоснование состава уборочно-транспортных комплексов.

На небольших полях со сложной конфигурацией рекомендуется круговой способ движения по ходу часовой стрелки. При длине гона 400... 600 м применяют способ движения с расширением прокосов. Способ движения вразвал рекомендуется на больших полях с длиной гона более 600 м. Челночный способ движения применяют для фронтальной жатки типа ЖВН-6. Направление движения комбайна при подборе валков должно совпадать с направлением движения жатвенного агрегата.

Общее потребное число уборочных агрегатов m_{Σ} определяют по формуле (7.16). Оптимальное число комбайнов m_{opt} и транспортных агрегатов n_{opt} в составе уборочно-транспортного комплекса рассчитывают по критерию (7.5), обеспечивающему минимум потерь от простоев агрегатов обоих типов во взаимном ожидании.

Для расчетов по критерию (7.5) необходимо предварительно определить по аналогии с выражением (7.20) интенсивность поступления требований на обслуживание (число заполнений бункера за 1 ч) $\lambda = 1/\bar{t}_{m\text{y}}$, где $\bar{t}_{m\text{y}}$ — средняя продолжительность времени заполнения бункера, ч, а также интенсивность транспортного обслуживания (число бункеров зерна, перевозимых за 1 ч) $\mu = m_{\text{p1}}/\bar{t}_{n\text{y}}$, где $\bar{t}_{n\text{y}}$ — средняя продолжительность цикла транспортного агрегата при уборке, ч, по аналогии с формулой (7.22).

Среднюю продолжительность времени заполнения бункера $\bar{t}_{m\text{y}}$ рассчитывают в полной аналогии с равенствами (7.8), (7.21) с

учетом значения $l_р$ по выражению (7.28). Среднюю продолжительность цикла транспортного агрегата $\bar{t}_{ту}$ определяют аналогично формуле (7.23), подразумевая под $t_{в.с}$ среднюю продолжительность выгрузки зерна из бункера, а под $t_{пс}$ — среднюю продолжительность разгрузки зерна из кузова транспортного агрегата.

В дальнейшем при определении по критерию (7.9) оптимального числа комбайнов m_{opt} и транспортных агрегатов n_{opt} используют методы расчета СМО замкнутого типа с ожиданием.

При инженерных расчетах возможно также упрощенное определение рационального потребного числа транспортных агрегатов n_1 для обслуживания одного зерноуборочного комбайна аналогично формуле (7.24):

$$n_1 = \frac{\bar{t}_{ту} - m_{р1} t_{в.с}}{m_{р1} \bar{t}_{ту}}, \qquad (7.29)$$

где $m_{р1}$ — число бункеров зерна, перевозимых за один рейс.

Наибольшая общая производительность уборочно-транспортного комплекса достигается при работе каждого комбайна на отдельном загоне. При больших массивах полей для транспортных агрегатов прокладывают наиболее экономичные маршруты. Повышение эффективности использования транспортных средств достигается также за счет применения различных типов накопителей зерна или компенсаторов.

Наиболее доступно использование мобильного полевого компенсатора с технологической емкостью большей вместимости. При этом зерно из бункеров комбайнов выгружается в емкость компенсатора, а оттуда в кузова транспортных агрегатов по мере их прибытия. Благодаря этому существенно уменьшается вероятность простоя комбайнов в ожидании транспортного агрегата. Возможно также использование стационарных компенсаторов в виде полевых площадок, куда доставляется зерно от комбайнов мобильными компенсаторами или тракторными прицепами. В этом случае транспортные агрегаты нагружаются зерном на стационарном компенсаторе. В результате существенно уменьшается потребность в транспортных средствах, поскольку удлиняется период их использования в течение суток.

Эффективность использования большегрузных автомобилей можно повысить, применяя оборотные прицепы. При этом зерно от комбайнов собирают в автомобильные прицепы, перемещаемые по полю трактором. Из нескольких таких прицепов на краю поля с помощью трактора формируют автопоезд. Автомобиль большой грузоподъемности доставляет на поле порожние прицепы и забирает груженые в составе автопоезда.

Возможны и другие организационные формы использования транспортных средств, эффективность которых определяется из-

ложенными выше методами теории массового обслуживания с учетом конкретных условий работы.

Большое значение имеет также уровень технического обслуживания агрегатов, входящих в состав комплекса. Задача технического обслуживания также решается методами теории массового обслуживания для СМО замкнутого типа с ожиданием.

Уборка незерновой части урожая. Затраты труда и денежных средств на уборку незерновой части урожая (соломы и половы) в 2—3 раза выше затрат на уборку зерна. В связи с этим обоснование методов эффективного использования соответствующих агрегатов имеет большое значение.

Применяют три основные технологии уборки незерновой части урожая: копенную; поточную; валковую.

Копенная технология предполагает сбор соломы и половы в копнитель комбайна с последующим перемещением копен на край поля и скирдованием.

Один из основных вариантов *поточной* технологии — сбор соломы и половы в кузов сменной тракторной тележки типа 2ПТС-4-887А с последующим транспортированием к месту хранения. Наиболее эффективна такая технология при радиусе перевозки до 3 км.

Следует учитывать также, что установка измельчителя соломы на комбайн приводит к снижению его производительности на 20...25 %. Увеличиваются также потери времени смены, связанные с частыми заменами тележки.

Валковая технология предусматривает укладку соломы на поверхности поля в виде валка с последующим подбором и транспортированием к месту хранения. В данном случае комбайны освобождаются от вспомогательных операций, связанных с копнителем или сменяемой тележкой, и их производительность возрастает на 15...20 %. Валковая технология не рекомендуется при низкой урожайности незерновой части, а также в зонах, подверженных ветровой эрозии.

Объемы применения рассмотренных технологий определяются конкретными природно-производственными условиями. Например, для Нечерноземной зоны России рекомендуются следующие соотношения: 55 % — копенная технология; 30 % — валковая; 15 % — поточная.

Потребное число агрегатов каждого вида для уборки незерновой части урожая m_Σ рассчитывают по одной из формул — (7.3) или (7.16).

Соотношение между убираемой площадью $F_п$ и соответствующей массой незерновой части урожая Ω_u следующее:

$$\Omega_u = F_п u_c = F_п u \delta_c,$$

где u, u_c — урожайности по зерну и соломе соответственно, т/га.

Потребное число сменяемых тележек при поточной технологии определяют аналогично числу транспортных агрегатов для перевозки зерна.

Контроль качества работы. Качество работы уборочных агрегатов оценивают в соответствии с агротехническими требованиями. Качество работы жатки при раздельной уборке контролируют по следующим основным показателям: высота среза; потери зерна; число срезанных и несрезанных колосков.

Потери за подборщиком определяют по количеству свободного зерна и зерна в неподобранных колосьях. Качество работы молотилки оценивают по величине потерь зерна от недомолота и невытряса. Недомолот оценивают по числу зерен в пробе из 50 колосьев, взятых из разных мест копны или валка. Потери от невытряса определяют по числу зерен в пробе половы из трех уровней.

Общие потери зерна при прямом комбайнировании с копнителем определяют по сумме потерь за жаткой и молотилкой, а при раздельной уборке — по сумме потерь за подборщиком и молотилкой.

Определяются также чистота бункерного зерна и дробление зерна. Более детально методы контроля качества уборки и используемые при этом приборы и приспособления описываются в курсе «Сельскохозяйственные машины».

Охрана труда. Методы решения задач охраны труда при уборке зерновых направлены на обеспечение безопасной работы всего обслуживающего персонала и излагаются в соответствующем курсе.

Изложенные ранее общие методы решения задач операционной технологии уборки зерновых колосовых культур применимы практически к любым другим зерновым культурам.

7.8. Уборка картофеля

Методы решения соответствующих задач операционной технологии определяются принятым способом уборки картофеля. Наиболее широко распространены три основных способа уборки: *комбайнами* (прямое комбайнирование); *раздельный* (клубни предварительно подкапывают и укладывают на поверхности поля картофелекопателями, а затем после проветривания и подсыхания подбирают комбайнами); *комбинированный* (подкопанные картофелекопателем-валкоукладчиком клубни с двух или четырех рядков укладывают в междурядья двух соседних неубранных рядков, а затем комбайном за один проход клубни подкапывают и подбирают).

Раздельный способ уборки рекомендуется для тяжелых влажных почв, а комбинированный — для легких почв. Прямое комбайнирование эффективно на средних почвах при нормальной влажности.

При всех трех способах уборки картофеля рекомендуется предварительное скашивание ботвы косилками-измельчителями типа КИР-1,5 и -1,5Б, агрегатируемыми с тракторами типа ЛТЗ-60АБ, МТЗ-80.

Основные агротехнические требования. Общие потери за комбайном не должны превышать 4 %, а наличие примесей (земли и ботвы) в массе клубней — не более 5 %. Клубни с царапинами допускаются в количестве до 12 %, а подрезанные — до 1,5 %.

Ботву скашивают за 3—6 дней до начала уборки клубней при высоте среза 180...220 мм перед прямым комбайнированием и 80...100 мм перед раздельной уборкой.

Комплектование и подготовка агрегатов к работе. При уборке картофеля любым из рассмотренных трех способов используют ограниченное число типоразмеров машин, поэтому нет необходимости в обосновании ресурсосберегающего оптимального варианта агрегата. Кроме того, все применяемые уборочные агрегаты одномашинные, расчет которых сводится к обоснованию рациональной рабочей скорости по допустимой нагрузке двигателя и пропускной способности рабочих органов.

При этом формула (7.25) для картофелекопателя или комбайна примет вид

$$\varepsilon_N N_н = \frac{e_N}{\eta_в} Buk_{гр} h_к \rho_к + \frac{(Bk_м + m_э g\psi)v}{\eta_{тр}(1-\delta)}, \qquad (7.30)$$

где $k_{гр}$ — коэффициент гребнистости поля; $h_к$ — глубина подкапывания, м; $\rho_к$ — объемная масса (плотность) вороха, включая клубни, кг/м^3; $k_м$ — удельное тяговое сопротивление машины, Н/м.

Приближенно в расчетах можно принять: $k_{гр} = 0{,}5$; $h_к = 0{,}2$ м; $\rho_к = 1\,600$ кг/м^3; $\eta_в = 0{,}95$; $\eta_{тр} = 0{,}88$; $k_м = 6{,}5 \cdot 10^3$ Н/м для картофелекопателей, $k_м = 11 \cdot 10^3$ Н/м для комбайнов.

Соответствующие допустимые скорости по мощности и пропускной способности определяют аналогично формулам (7.26) и (7.27):

$$v_N = \frac{\varepsilon_N N_н}{\frac{e_N}{\eta_в} Bk_{гр} h_к \rho_к + \frac{Bk_м + m_э g\psi}{\eta_{тр}(1-\delta)}}; \qquad (7.31)$$

$$v_q = \frac{q_н}{Bk_{гр} h_к \rho_к}. \qquad (7.32)$$

Рабочую скорость агрегата выбирают по меньшему значению скоростей v_N и v_q.

На первой фазе раздельного и комбинированного способов уборки чаще используют картофелекопатель-валкоукладчик УКВ-2 с трактором типа МТЗ-80 или ЛТЗ-60АБ.

Основным отечественным картофелеуборочным комбайном является ККУ-2А, агрегатируемый с тракторами типа МТЗ-80 и ДТ-75М.

При подготовке картофелекопателей и комбайнов к работе с проведением соответствующих регулировок используют методы, изложенные в курсе «Сельскохозяйственные машины».

Подготовка поля. Основные операции при подготовке полей к уборке — скашивание ботвы и разбивка поля на загоны с обработкой поворотных полос. Между загонами копатель УКВ-2 подготавливает проезды для транспорта шириной 2,8 м. При этом клубни с четырех рядков укладывают в междурядья соседних.

Поле разбивают на загоны обычно для беспетлевого комбинированного способа движения. Загон делят на четыре одинаковые по ширине части, после чего попарно убирают четные и нечетные части.

При оперативных расчетах рациональную ширину загона $C_р$ выбирают таким образом, чтобы площадь одного загона с длиной гона L соответствовала дневной наработке агрегата $W_д$ с учетом коэффициента сменности $k_{см}$. При этом соответствующее число рядков с шириной междурядий $C_м$ рассчитывают по формуле

$$n_р = \frac{W_д}{LC_м} = 10^{-4}\frac{W_{см}k_{см}}{LC_м}, \qquad (7.33)$$

где $W_{см}$ — сменная производительность МТА, га/смена.

Полученное значение $n_р$ при необходимости округляют до ближайшего четного числа в меньшую сторону.

Организация работы агрегатов. При уборке картофеля предусматривается решение следующих основных задач: определение потребного числа агрегатов для выполнения работ в лучшие агротехнические сроки; выбор способа движения агрегатов; обоснование оптимального состава уборочно-транспортных комплексов.

Общее потребное число картофелеуборочных агрегатов рассчитывают по формуле (7.16). Расчет состава уборочно-транспортного комплекса по аналогии с уборкой зерновых сводится к обоснованию оптимального числа уборочных m_{opt} и транспортных n_{opt} агрегатов методами теории массового обслуживания по критерию (7.5).

Для транспортирования картофеля от комбайнов часто используют тракторный агрегат типа ЛТЗ-60АБ + 2ПТС-4-887Б или МТЗ-80 + 2ПТС-6-8526 и автомобили-самосвалы ГАЗ-САЗ-3507-01, ЗИЛ-ММЗ-554М.

Тракторный транспорт более эффективен при расстояниях перевозки 3...5 км и неудовлетворительных дорожных условиях. При больших расстояниях перевозки по хорошим дорогам целесообразно использовать автомобили. Потребное число транспортных агрегатов для обслуживания одного картофелеуборочного комбайна при оперативных расчетах определяют по формуле (7.29).

Работа группы комбайнов должна быть организована таким образом, чтобы каждый комбайн работал на отдельном загоне с шириной, определяемой формулой (7.33). Наиболее эффективным способом движения при этом является беспетлевой комбинированный, когда все четыре части загона имеют одинаковую ширину. Направление движения агрегата на попарно обрабатываемых четных и нечетных частях загона должно быть выбрано таким образом, чтобы клубни выгружались в сторону убранной части поля. При этом исключается движение транспортных агрегатов по неубранному полю. Желательно также, чтобы на одной паре частей загона агрегат двигался по ходу часовой стрелки, а на другой паре — против хода часовой стрелки.

Такая схема движения обеспечивает меньшую утомляемость водителя агрегата и более равномерный износ механизмов управления трактора. Наиболее эффективной является поточная работа комбайнов, транспортных средств и сортировального пункта, обеспечивающая наименьшие потери от простоев во взаимном ожидании агрегатов всех трех типов (уборочные, транспортные, сортировальные).

Для очистки клубней от примесей и сортирования их на три фракции (мелкая — 20...40 г, средняя семенная — 40...80 г, крупная продовольственная — более 80 г) используют стационарный сортировальный пункт типа КСП-15Б производительностью 15 т/ч.

Контроль качества работы. Качество уборки картофеля предусматривает балльную систему по следующим основным показателям: количество оставшихся на поле клубней; засоренность клубней; количество поврежденных и резаных клубней.

Охрана труда. Мероприятия по охране труда направлены на обеспечение безопасной работы персонала на картофелеуборочных агрегатах в полном соответствии с правилами безопасности, излагаемыми в соответствующем курсе.

Методы решения задач операционной технологии уборки, рассмотренные на примере зерновых колосовых культур и картофеля, охватывают практически все возможное разнообразие подходов к обеспечению ресурсосберегающего использования уборочных агрегатов. На основе полученных результатов могут быть решены задачи эффективного использования агрегатов при уборке других культур, включая овощные и технические.

7.9. Механизированные полевые работы по заготовке кормов

Полевые работы по заготовке кормов могут быть связаны с уборкой силосных культур, кормовых корнеплодов и трав. В данном случае применимы методы расчета тягово-приводных уборочных

агрегатов по нагрузке двигателя и пропускной способности рабочих органов силосоуборочных комбайнов. Оптимальные составы уборочно-транспортных комплексов также рассчитывают методами теории массового обслуживания или упрощенными оперативными методами из условия поточной работы силосоуборочных комбайнов и транспортных агрегатов для перевозки измельченной силосной массы.

Задачи операционной технологии уборки кормовых корнеплодов решают методами, изложенными в подразд. 7.8 применительно к уборке картофеля, поэтому рассмотрим только основные особенности операционной технологии уборки трав, исключая уборку на силос.

Применительно к различным природно-производственным условиям возможны следующие основные варианты операционной технологии уборки трав:

на сено рассыпное и прессованное;
измельченного сена;
с прессованием в брикеты;
на сенаж;
для приготовления витаминной травяной муки.

Основные агротехнические требования. При уборке трав необходимо, чтобы высота среза травы обеспечивала максимальный сбор урожая и хорошее подсыхание скошенной массы при отсутствии повреждений корневой шейки трав.

Уборку трав следует производить с минимальными потерями урожая при отсутствии загрязнения сена.

Комплектование и подготовка агрегатов к работе. Основные типы используемых агрегатов определяются принятой технологией уборки.

Заготовка *рассыпного сена* предусматривает скашивание трав (с плющением или без плющения) в прокос или в валок, последующее ворошение, сгребание с образованием копен, погрузку, транспортирование и скирдование.

При заготовке *прессованного сена* в отличие от рассыпного выполняют подбор валков и прессование в тюки, подбор тюков после досушки, транспортирование тюков и укладку их на хранение. В обоих случаях возможно досушивание сена при хранении активным вентилированием.

Заготовка *измельченного сена* предусматривает выполнение следующих операций: скашивание в валки с плющением; провяливание; подбор валков с измельчением и погрузкой в транспортные средства; загрузка в башенные сенохранилища; послойная сушка активным вентилированием.

Брикетирование часто осуществляют при подборе валков пресс-брикетировщиком с последующим транспортированием брикетов к местам хранения.

Заготовка *сенажа* как консервированного корма предусматривает последовательное выполнение следующих операций: скашивание травы в валки (для бобовых трав обязательно плющение) и провяливание до влажности 45...55 %; подбор с измельчением на частицы длиной до 30 мм и загрузкой в транспортные средства; перевозка к месту хранения; погрузка пневматическим транспортером в герметичные башни. Возможна также закладка сенажа в траншею без доступа воздуха. При этом длина резки составляет 5...20 мм. Хранилище следует заполнять за 2—3 дня.

Уборка трав для приготовления *витаминной муки* предусматривает скашивание травы с одновременным измельчением и погрузкой в транспортные средства, перевозку измельченной массы на сушильный пункт, сушку на агрегатах типа АВМ-0,4 с одновременным измельчением в муку. После сушки возможно также гранулирование.

Из приведенного краткого описания технологических схем заготовки кормов из трав следует, что соответствующие операции выполняют взаимосвязанными комплексами одномашинных агрегатов. При этом комплектование МТА обычно сводится к обоснованию рабочей скорости по допустимой нагрузке двигателя и пропускной способности рабочих органов уборочной машины в соответствии с формулами (7.25)—(7.27) или (7.30)—(7.32).

Подготовка поля. Одна из основных операций подготовки поля при уборке трав — удаление препятствий, мешающих безопасной работе агрегатов. Наиболее часто травы скашивают при челночном и круговом способах движения агрегатов. Рациональная ширина загона может быть рассчитана из условия равенства площади загона дневной наработке агрегата $W_д = W_{см}k_{см}$ с учетом длины гона L по формуле

$$C_р = 10^{-4}W_{см}k_{см}/L.$$

Организация работы агрегатов. Предварительно определяют общее потребное число агрегатов данного типа по формуле (7.3) или (7.16). Оптимальные составы уборочно-транспортных комплексов в общем случае определяют изложенными ранее методами теории массового обслуживания (см. подразд. 7.3).

Контроль качества работы. При уборке трав контроль качества работ осуществляется в соответствии с агротехническими требованиями на основе результатов измерений высоты среза, потерь урожая, степени измельчения, загрязненности сена почвой и т.д. В общем случае качество работы оценивают по балльной системе.

Охрана труда. Решение комплекса задач по охране труда направлено на обеспечение безопасной работы персонала на всех видах сеноуборочных работ. При этом важно предусмотреть мероприятия по обеспечению пожарной безопасности в процессе заготовки сухих кормов.

7.10. Особенности технологии механизированных работ в условиях фермерских хозяйств и других новых форм организации труда

Операционная технология, как известно, содержит практические рекомендации по научной организации механизированных работ с целью получения наибольшей конечной продукции высокого качества при наименьших затратах используемых ресурсов. Широкое применение этих методов в условиях фермерских и других частных формах владения землей и техникой имеет актуальное значение для получения максимальной прибыли. Однако при этом необходимо учесть ряд отличительных особенностей таких хозяйств.

В фермерских хозяйствах количество техники и обслуживающего персонала ограничено. В связи с этим при выборе состава агрегатов в качестве критерия ресурсосбережения следует учитывать не только приведенные или прямые эксплуатационные затраты, но и трудозатраты в сочетании с потерями урожая из-за несвоевременного выполнения полевых работ.

При решении задач организации работы агрегатов следует определять требуемую численность обслуживающего персонала (с учетом наложения по времени отдельных видов работ) и наемных рабочих, а также число арендуемых агрегатов с учетом экономической целесообразности.

Самостоятельного решения требует выбор наиболее экономичного варианта найма рабочих-механизаторов и техники.

Необходимо решать задачи контроля качества работы, поскольку фермер или другой владелец земли лично заинтересован в строгом выполнении всех агротехнических требований.

Задачи операционной технологии применительно к фермерским хозяйствам успешно решаются изложенными ранее общими методами операционной технологии (см. подразд. 7.3—7.9). Однако для разработки конкретных практических рекомендаций кроме теоретических исследований необходимы результаты обобщения опыта использования сельскохозяйственной техники непосредственно в фермерских хозяйствах.

В России выполнен большой объем исследований по разработке научных основ операционной технологии механизированных работ в сельском хозяйстве, в том числе применительно к конкретным сельскохозяйственным культурам.

Практическое применение рекомендаций по операционным технологиям основных видов механизированных работ способствовало повышению агротехнического уровня механизированных работ и культуры земледелия в целом, а также существенному росту технико-экономических показателей использования сельскохозяйственной техники. Описанная стадия развития операционной технологии характеризуется в основном разработкой фундаменталь-

ных принципов научной организации механизированных работ. Следующий технологический этап должен включать в себя практические задачи доведения методов операционной технологии до каждого хозяйства и каждого механизатора. При этом имеется в виду такой уровень организации работ, чтобы каждый механизатор по аналогии с рабочим передового промышленного предприятия получал операционную технологическую карту на выполнение данной операции с учетом конкретных природно-производственных условий.

В технологической карте должны быть четко сформулированы агротехнические требования, рекомендации по подготовке агрегата и поля, организации работы агрегатов, контролю качества работы, охране труда. Должны быть указаны также нормативные значения производительности агрегата и расхода топлива, размеры заработной платы персонала и меры поощрения за высокое качество работы, экономию топлива и т.д.

Достижение конкретизации агротехнических показателей операционных технологий требует компьютеризации хозяйств и соответствующего программного обеспечения.

Только на базе научного комплексного подхода можно добиться высоких экономических показателей использования техники в фермерских и других хозяйствах.

Глава 8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАКТОРОВ В ДРУГИХ ОТРАСЛЯХ ЭКОНОМИКИ

8.1. Классификация промышленных тракторов

Промышленным трактором называют самоходную машину для приведения в действие нескольких (минимум двух) видов оборудования (например, ВОМ и гидравлическая система навески).

Промышленные тракторы приспособлены для эффективной работы в условиях циклически изменяющихся нагрузок в сложных природно-климатических условиях.

К промышленным тракторам относят: 1) промышленные тракторы общего назначения; 2) специальные; 3) промышленные модификации сельскохозяйственных тракторов; 4) лесопромышленные (рис. 8.1).

К первой и второй группе относят тракторы, предназначенные для выполнения работ в промышленности и строительстве, возможного выполнения землеройных работ в сельском хозяйстве при отрывке силосных траншей, планировке рисовых чеков и т. п., например тракторы Т-170М1.01, ДЭТ-250М, Т-35.01, ТК-25.02.

К третьей группе относят тракторы, способные выполнять работы как в промышленности, так и в сельском хозяйстве, например тракторы ЛТЗ-155, Т-250, ВТ-200, Т-170, К-744.

К четвертой группе принадлежат тракторы, предназначенные для выполнения работ в лесной промышленности, например, ТДТ-55А, МЛ-107, ТБ-1, ТТ-4, ТП-90.

Промышленные тракторы общего назначения являются наиболее развитым классом тракторов. Их применяют в промышленном и гражданском строительстве при планировке площадок, разработке котлованов и траншей, в авто- и железнодорожном строительстве при устройстве выемок и насыпей земляного полотна и т. д.

В зависимости от вида выполняемых работ промышленные тракторы общего назначения входят в состав машин следующих групп: машины для подготовительных работ; землеройно-транспортные машины; экскаваторы; машины для уплотнения грунта; машины для гидромеханизации земляных работ; машины для буровых работ.

Основные группы указанных машин реализуют различные способы разработки и перемещения грунта. Например, землеройно-транспортные машины и экскаваторы используют механические способы резания и копания грунта. Возникающие при этом силы

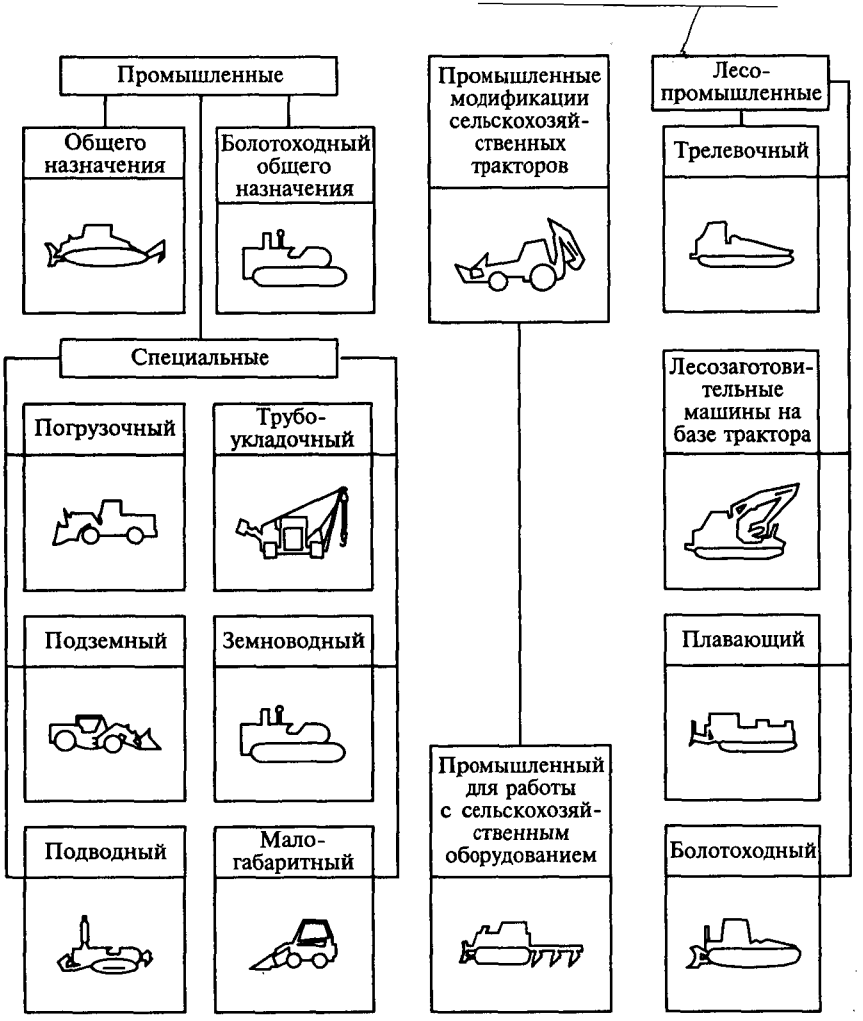


Рис. 8.1. Классификация промышленных тракторов

сопротивления зависят от трех основных факторов: физико-механические свойства грунта; площадь срезаемой рабочим органом стружки грунта; конструкция рабочего органа. Сопротивление копанию включает в себя три составляющие: сопротивление резанию грунта; сопротивление перемещению грунта впереди рабочего органа; сопротивление наполнению рабочего органа.

Машины для подготовительных работ выполняют следующие операции: расчистка отведенной территории под строительную площадку от леса и кустарника; устройство водоотводов и осушение грунтов; устройство временных технологических дорог; предварительная подготовка грунтов для разработки землеройными машинами.

В табл. 8.1 представлена характеристика некоторых видов навесного и прицепного оборудования на базе колесных и гусеничных тракторов.

Для удаления деревьев и кустарника применяют различные машины в зависимости от качества древесины и освоенности территории. При значительных объемах работ по расчистке полосы отвода под железную или автомобильную дорогу, магистральный трубопровод строевой лес убирают валочно-трелевочными машинами, рабочее оборудование которых смонтировано на базе трелевочного трактора с уширенными гусеницами для лучшего перемещения по мокрым и просадочным грунтовым основаниям. Рабочий орган выполнен в виде шарнирной стрелы, на конце которой смонтирован металлический захват ствола дерева и пильный диск.

Операцию по срезке кустарника производят с помощью навесного оборудования кустореза в виде клинообразного отвала с режущими ножами или в виде вращающихся ножей с механическим или гидрообъемным приводом от соответствующих систем трактора.

Операцию по раскорчевыванию пней выполняют корчевателями-собирателями с установленным на тракторе оборудованием специального отвала с закрепленными внизу зубьями, напоминающими грабли.

Операцию по рыхлению грунта производят, как правило, бульдозерами с размещенными в задней части одно- или многостоечными рыхлителями в виде мощных зубьев, имеющих специальные наконечники. После операции рыхления бульдозер с помощью отвала, установленного в передней части трактора, окончательно разрабатывает грунт, срезая и перемещая его на небольшое расстояние (не более 120 м).

При необходимости перемещения грунта на большее расстояние (150...1 500 м) грунты разрабатывают и перемещают при помощи скреперов, как самоходных, так и прицепных к базовому тягачу-трактору.

Для операции уплотнения грунтов в комплекте с гусеничными или колесными тракторами применяют прицепные пневмоколесные катки или катки с гладкими, кулачковыми или решетчатыми вальцами. Иногда на гусеничных тракторах применяют навесное оборудование трамбующих плит.

8.2. Условия эксплуатации промышленных тракторов

Грунты, на которых работает трактор, разнообразны: от сыпучих песков до плотных, пластичных глин и скальных пород. Грунты при различной трудности их разработки оборудованием обусловливают различные сцепные свойства одного и того же движителя, причем максимальный коэффициент сцепления изменяется

Таблица 8.1

Агрегатирование базовых тракторов с различным оборудованием

Оборудование	Гусеничные тракторы				Колесные тракторы		
	Т-4А (40 кН)	Т-130 (60 кН)	Т-180 (150 кН)	ДЭТ-250 (250 кН)	МТЗ-80 (14 кН)	Т-150 (30 кН)	К-702 (50 кН)
Навесное оборудование							
Бульдозер, класс тяги	4	6	15	25	1,4	3	5
Погрузчик одноковшовый грузоподъемностью, кН	30	40	60	100	10	20	40
Экскаватор с глубиной копания, м:							
траншейный	2	2	—	2,5	1,6	—	—
роторный	—	2	2,3	4,5	1,25	1,6	—
Трубоукладчик грузоподъемностью, кН	63	125	200	320	—	—	—
Прицепное оборудование							
Скрепер с ковшом вместимостью, $м^3$	4,5	8	10	15	—	4,5	8
Каток пневмоколесный массой, т	—	25	50	75	—	15	30

Примечание. В скобках указано тяговое усилие.

более чем в 2 раза. Грунтовые условия заранее неизвестны, и агрегат в течение срока службы может перемещаться с одного места на другое, поэтому грунтовый фон носит вероятностный характер.

Рабочий цикл бульдозера. Для работы с бульдозером экономически целесообразна дистанция разработки и транспортирования грунта до 100 м.

Рабочий цикл бульдозера состоит из рабочего хода или движения вперед, в процессе которого осуществляется копание и перемещение призмы грунта, остановки перед движением назад с подъемом отвала, отката на заднем ходу трактора и остановки перед началом нового цикла. Скорость рабочего хода зависит от энергетических показателей трактора и технологических ограничений при работе с оборудованием бульдозера, а холостой ход — от максимально возможной скорости, ограниченной конструкцией подвески, профилем поверхности, видимостью и т. п. В связи с этим необходимо иметь не только рабочую передачу заднего хода, обеспечивающую высокую транспортную скорость, но и достаточную обзорность при движении назад, удовлетворительную плавность хода трактора на высоких скоростях, легкое и быстрое переключение передачи с низкой рабочей скорости переднего хода на повышенную скорость заднего хода.

Время одного цикла работы бульдозера в основном составляет 1...1,5 мин, т. е. в течение 1 ч трактор делает 40—60 циклов. При этом машинист за 1 ч работы 80—120 раз переключает передачи на реверс, 50—150 раз включает рычаги поворота, 500—800 раз включает гидрораспределитель. Удобство расположения рычагов, усилие на рычагах, механизм включения реверса при работе бульдозера непосредственно влияют на производительность агрегата.

Рабочий цикл рыхлителя. Работа рыхлителя (рис. 8.2) заключается в рыхлении грунта перед работой бульдозером. При этом на наиболее распространенных площадках (до 50 м), как правило, используют челночную технологию, когда рыхление совершается на переднем ходу, затем на заднем ходу проводится откат и снова начинается рыхление, т. е. рабочий цикл рыхлителя аналогичен рабочему циклу бульдозера. Менее распространена технология, при которой рыхление совершается постоянно на переднем ходу с разворотами или при движении по периметру площадки. Дистанции рабочих ходов рыхлителя при этом эквивалентны дистанциям бульдозера. Для рыхления, особенно при заглублении рыхлителя в грунт, необходимо большое усилие заглубления. С этой целью желательно максимально приблизить рабочее оборудование к центру тяжести агрегата, это целесообразно также для уменьшения перемещения центра тяжести при навешивании различных видов оборудования. Чтобы разместить оборудование максимально близко к центру тяжести агрегата стремятся ликвидировать свисание узлов трактора за обвод гусениц, а рыхлитель крепить непосредственно на стенке заднего моста трактора.

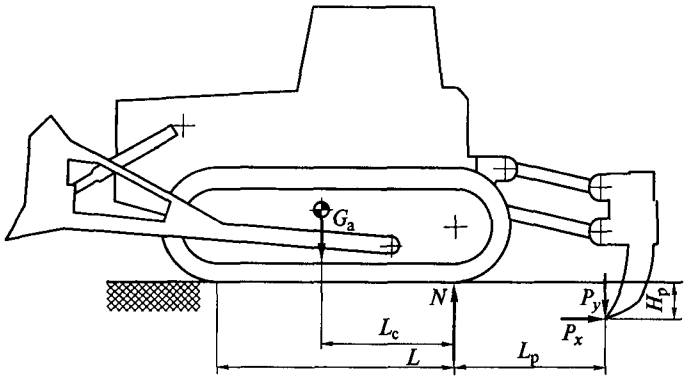


Рис. 8.2. Общая схема нагружения рыхлителя:

G_a — вес агрегата; H_p — глубина резания; L — длина опорной поверхности гусениц; L_p — расстояние от задней кромки опорной поверхности гусениц до рабочего органа; L_c — продольная координата центра тяжести; N — вертикальная реакция на крайней кромке опорной поверхности гусениц; P_x, P_y — соответственно тяговое и вертикальное усилие на рабочем органе

Достоинства и недостатки тракторных навесных рыхлителей в значительной степени определяются схемой и параметрами рабочего органа и механизма навески (глубина заглубления, число зубьев, ширина наконечника, угол рыхления и др.), которые отработаны для тракторов различных тяговых классов и введены в ОСТ 22-1666—86 «Бульдозеры и рыхлители».

Рабочий цикл скрепера. Все элементы рабочего цикла, который состоит из набора грунта, перемещения груженого скрепера, отсыпки грунта и возвращения порожнего скрепера, совершаются на передачах переднего хода. В цикле работы скрепера процесс набора продолжается сравнительно недолго (обычно менее 1 мин), однако объем набранного материала, зависящий от тягового усилия агрегата, существенно влияет на производительность скрепера. Поэтому в наборе часто используют дополнительные тракторы-толкачи. Прицепные скреперы с гусеничными тракторами общего назначения работают, как правило, без толкача, и в этом случае трактор является как бы комбинацией двух машин: землеройной машины — при наборе грунта в ковш и транспортного тягача — при дальнейшем транспортировании груженого и порожнего скрепера. В результате анализа данных, полученных при эксплуатации тракторов, установлено, что дистанция транспортирования скрепера 150... 1 500 м. Дистанции других элементов цикла следующие: набор грунта — 25...45 м; разгрузка — 15...25 м.

Рабочий цикл корчевателя. Корчевку пней производят специализированными машинами — корчевателями или бульдозерами на базе тракторов мощностью до 190 кВт. В зависимости от требуемой

области применения выпускают корчеватели-собиратели и корчеватели-погрузчики. Рабочим органом корчевателя, как и бульдозера, является отвал. В отличие от бульдозерного оборудования отвал корчевателя снабжен внизу зубьями для выдергивания пней диаметром до 500 мм. Корчевку более крупных пней, особенно в зимнее время, производят взрывным способом. При расчистке мелколесья и валке деревьев с корнями применяют также бульдозеры с защищенной кабиной машиниста. Корчеватели могут применяться также для рыхления плотных грунтов. Корчеватель является сменным навесным оборудованием к гусеничному трактору. Как и у бульдозера, отвал корчевателя установлен на раме, которая шарнирно закреплена на гусеничных тележках трактора. В настоящее время применительно к разным тракторам разработаны конструкции универсальных рам, на которые может монтироваться оборудование корчевателя, бульдозера и кусторeза. Подъем и опускание отвала, как правило, производятся силовыми гидроцилиндрами, что обеспечивает его принудительное заглубление в грунт. Корчевка пней производится за счет толкающего усилия базового трактора при наезде на пень средними зубьями отвала.

Рабочий процесс кусторeза. Кусторезы — навесное оборудование к гусеничным или колесным тракторам выпускают с пассивным или активным рабочим органом.

Пассивный рабочий орган *5* (рис. 8.3) представляет собой клинообразный отвал, который крепится к универсальной толкающей раме *3* в средней части с помощью шарового шарнира и по бокам — на пружинных амортизаторах; это позволяет отвалу поворачиваться относительно рамы и приспосабливаться к рельефу местности. Передняя часть клинообразного отвала усилена для раскалывания пней и раздвигания деревьев, а боковые поверхности

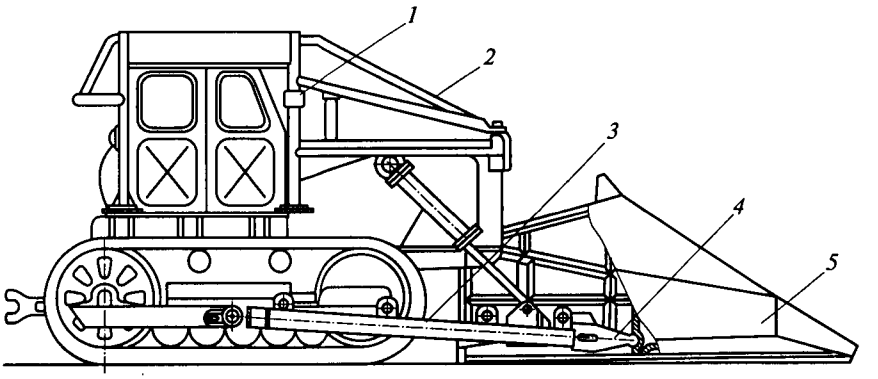


Рис. 8.3. Кусторез:

1 — фары; *2* — ограждение трактора; *3* — универсальная толкающая рама; *4* — съемная головка; *5* — рабочий орган

имеют горизонтальные режущие ножи. Отвал поднимается и опускается гидроцилиндрами. Для лучшего подрезания кустарника отвал заглубляют в грунт на 50 мм.

Активный рабочий орган устанавливают вместо отвала, он выполнен в виде дисковых пил, вращающихся ножей или режущей непрерывной цепи и предназначен для удаления хворостяного кустарника, который не срезается, а подминается отвалом.

Так, кусторез на базе гусеничного трактора мощностью 118 кВт имеет следующие технико-экономические характеристики: ширина полосы захвата 3,6 м; наибольший диаметр срезаемых деревьев 300 мм; масса навесного оборудования 2,5 т; производительность до 6 га/смена.

Рабочий процесс бура-столбостава. Бурильные машины на базе гусеничного трактора (рис. 8.4) имеют буровой став, который состоит из наращиваемых штанг с шарошечным долотом или резцовым шнеком на конце. Вращение передается от вала отбора мощности базового трактора. При ударно-шарошечном способе рабочий орган машины имеет следующую конструкцию. На выходном валу вращателя буровой машины закрепляют укороченную штангу.

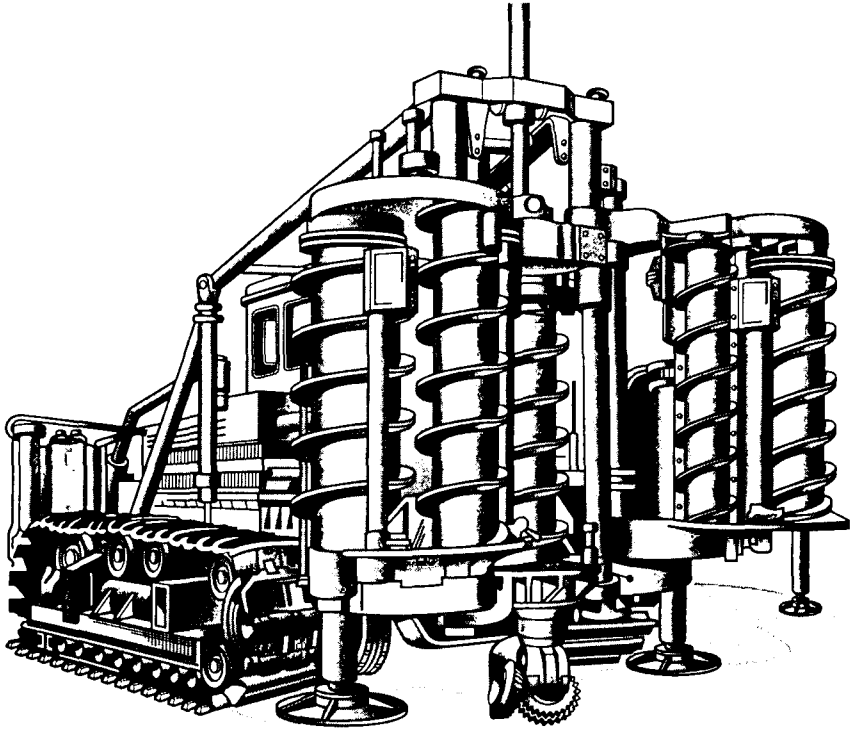


Рис. 8.4. Бурильная машина на базе гусеничного трактора

К ней прикрепляют погружающийся пневмоударник, на конце которого устанавливают трехшарошечное долото. Для очистки забоя и охлаждения долота используется сжатый воздух, который поступает через внутреннюю полость бурового става и выходит по кольцевому зазору между стенками скважины и штангами. Шлам отсасывается вентилятором из пылеприемника, установленного в устье скважины, и осаждается в бункере. Питание сжатым воздухом пневмоударника и удаление продуктов разрушения из забоя осуществляются от компрессорной установки. Гидродомкраты позволяют вывесить машину и установить ее в рабочем положении при бурении вертикальных или наклонных скважин.

Бурильные машины на базе промышленных тракторов на гусеничном ходу обеспечивают основной способ механизации буровых и взрывных работ при устройстве выемок и других земляных сооружений в скальных грунтах, а также при добыче щебня в притрассовых карьерах. Данный способ состоит в бурении взрывных скважин и шпуров, заряжении их взрывчатым веществом и взрывании. Для бурения скважин применяют самоходные бурильные машины БТС-150 и СБШ-160М на тракторе Т-170, обеспечивающие бурение скважин диаметром 105... 160 мм на глубину до 25 м при производительности до 150 м скважин в смену.

Бурение скважин в мерзлых грунтах и установку опор и свай массой до 3 т производят бурильно-крановыми машинами, рабочее оборудование которых смонтировано на поворотной платформе, установленной на шасси трактора. Бурильное и крановое оборудование имеет самостоятельный привод от дизеля. Гидравлическая передача осуществляет подъем и опускание бура, принудительный напор на него при бурении и выдвижении четырех выносных опор, а также вращение поворотной платформы с рабочим оборудованием. При перебазировках рабочее оборудование занимает наклонное положение и опирается на стойку. Управление бурильным и крановым оборудованием производят из кабины оператора, расположенной на поворотной платформе. Рабочий орган — сменный шнековый бур с пластинками из твердого металла крепится к квадратной штанге, которая вращается внутри трубчатой бурильной колонны.

В группе бурильно-крановых машин наиболее распространенными видами базовых шасси являются гусеничные и колесные тракторы небольшой мощности до 66 кВт.

Рабочий процесс уплотнительных машин. Уплотнение грунта в дорожных насыпях, спланированных площадках, плотинах и других земляных сооружениях производят с применением различных технических средств, тип которых зависит от характеристики грунта, геометрических размеров уплотняемой поверхности и толщины уплотняемого слоя. Для уплотнения суглинков, супесей и других связных грунтов применяют способ укатки катками статического

действия. Несвязные грунты (песчаные, гравелистые и др.) уплотняют трамбованием ударами плит или грузов, падающих свободно или принудительно, а также вибрацией с применением виброкатков и виброплит. Соответственно машины для уплотнения грунтов классифицируют на три основные группы: катки статического действия; вибрационные машины; трамбовочные машины.

Для уплотнения связных и глинистых грунтов, отсыпаемых слоями значительной толщины 1...1,5 м, используют трамбовочные машины и оборудование. Рабочим органом машины служат две трамбующие плиты массой около 11,5 т, подвешенные на канатах сзади базового трактора. Плиты поднимаются и сбрасываются поочередно, совершая 16 уд./мин каждая. Чтобы обеспечить оптимальное число ударов по одному месту — приблизительно 3—6 ударов, трактор движется с небольшой скоростью 0,04 м/с и оборудуется для этой цели специальным механизмом — ходоуменьшителем.

Способы повышения производительности уплотняющих машин состоят в правильном определении области их применения и обеспечении наиболее благоприятных режимов уплотнения грунта. Основными характеристиками, влияющими на производительность, являются скорость движения машины и необходимое число проходов по одному следу для обеспечения требуемой плотности. Области эффективного применения грунтоуплотняющих машин в основном определены. На дорожных насыпях работают преимущественно пневмоколесные катки, на несвязных грунтах используют вибрационные катки, а в стесненных условиях и при ограниченном фронте работ — трамбовочные машины. При конкурирующих вариантах в расчете сравнительной эффективности следует учитывать, что скорости пневмоколесных катков выше, их стоимость ниже, но для обеспечения заданной плотности требуется большее число проходов по одному месту по сравнению с вибрационными катками.

Техническая производительность промышленного трактора общего назначения. Обобщенными техническими критериями оценки эффективности трактора как базы дорожно-строительного агрегата являются производительность агрегата и расход топлива на единицу этой производительности. Указанная производительность будет зависеть не только от параметров трактора, но и от типа агрегата и эксплуатационных условий.

При оценке тягово-скоростных показателей агрегата техническую производительность трактора, м^3/ч, определяют как объем разработанного и перемещенного грунта за 1 ч работы без учета простоев:

$$П_т = W_г / T_ц,$$

где $W_г$ — объем грунта, перемещаемый агрегатом за цикл, м^3; $T_ц$ — время цикла, ч.

Техническая производительность является функцией как конструкции и параметров рабочего оборудования, так и показателей базового трактора. Объем грунтовой призмы, например, бульдозера является комплексной функцией параметров отвала (размеры, угол резания, геометрия и др.), характеристик грунта, дистанции набора призмы и усилия копания. Из указанных показателей лишь усилие копания, пропорциональное тяговому усилию на крюке трактора, является составляющей тяговой характеристики, а остальные показатели характеризуют рабочее оборудование, технологию и грунт.

Время цикла в равной степени зависит от скорости рабочего и холостого ходов, являющихся функциональными показателями характеристики трактора, дистанции разработки и перемещения грунта, отражающей эксплуатационные условия.

Энергетический критерий оценки промышленного трактора может быть определен исходя из выражения полезной работы, совершенной трактором с оборудованием в единицу времени, с учетом составляющих рабочего цикла дорожно-строительного агрегата. Полезная работа трактора в единицу времени

$$A = P_{кр} v_р \tau,$$

где $P_{кр}$ — сила тяги, затрачиваемая на полезную работу, кН; $v_р$ — рабочая скорость агрегата, м/с; τ — коэффициент использования по времени, $\tau = T_{р.х}/T_ц$, где $T_{р.х}$, $T_ц$ — время рабочего хода и цикла соответственно, ч.

Конкретный вид выражения для определения энергетического критерия оценки эффективности будет зависеть от типа агрегата. Также от типа агрегата зависит целесообразность использования одного из двух указанных критериев эффективности (технической производительности или полезной работы в единицу времени).

Различают техническую производительность:

потенциальную — производительность, которую может обеспечить трактор данной конструкции в данных грунтовых условиях, на заданной дистанции разработки грунта, при определенной технологии и прочих наиболее благоприятных условиях эксплуатации (например, отсутствие продольных и поперечных уклонов);

действительную — производительность, которую обеспечивает трактор данной конструкции в данных грунтовых условиях, на заданной дистанции разработки грунта, при заданной технологии и прочих реальных условиях эксплуатации (дождь, туман, водитель не высшей квалификации и т. п.);

эталонную — производительность, которую обеспечивает трактор данной конструкции в эталонных (определенных, зафиксированных) грунтовых условиях, на эталонной дистанции разработки грунта, при эталонной технологии и эталонных условиях (погода, квалификация водителя и т. д.).

В качестве примера рассмотрим расчет технической производительности бульдозера:

$$П = \frac{3\,600 W_г}{T_ц} k_N k_\varphi k_д k_{с.н.п},$$

где $W_г$ — объем призмы волочения грунта; k_N, k_φ, $k_д$, $k_{с.н.п}$ — поправочные коэффициенты удельной мощности, тягового усилия, характеристики двигателя и скорости при номинальной производительности соответственно.

Основной проблемой при оценке технической характеристики бульдозера является определение $W_г$. В принципе эта задача делится на две: расчет предельного объема призмы волочения грунта, коррелируемого с емкостью отвала, и определение условий, при которых он может быть достигнут.

В соответствии с выполненными исследованиями в общем случае объем призмы рекомендуется определять (для траншейной технологии) следующим образом:

в рыхлом теле

$$W_г = H^2 B_o k_o k_S;$$

в плотном теле

$$W_г = m_т k_1 k_o k_S,$$

где H, B_o — высота и ширина отвала соответственно, м; k_o — коэффициент, характеризующий форму отвала и способ разработки, для прямого и универсального отвалов $k_o = 1$, для полусферического отвала $k_o = 1{,}05$, для сферического отвала $k_o = 1{,}15$, при бестраншейной разработке колесным трактором и для прямого отвала $k_o = 0{,}8$; k_S — коэффициент, характеризующий дистанцию копания, $k_S = S_к / S_п < 1$, где $S_к$ — средняя дистанция копания, м; $S_п$ — дистанция набора полной призмы грунта, м; $m_т$ — конструктивная масса трактора, т; k_1 — коэффициент объема призмы для гусеничных тракторов массой до 25 т с прямым отвалом бульдозера $k_1 = 0{,}32 \ldots 0{,}4$, массой более 35 т $k_1 = 0{,}4 \ldots 0{,}45$.

Дистанция набора полной призмы волочения грунта зависит от типа и плотности грунта (глина, суглинок, супесь, число ударов C плотномера ДорНИИ) и массы трактора. Значения ее выбирают по данным, приведенным в табл. 8.2.

При расчете, переходя от объема призмы грунта в рыхлом теле к объему в плотном теле, используют коэффициент разрыхления $k_р$, который для супесей составляет 1,1 ... 1,2; для суглинков 1,3 ... 1,55; для глин 1,35 ... 1,7. Если характеристика грунта неизвестна, рекомендуют принимать $k_р = 1{,}5$.

Приведенные формулы определения призмы волочения грунта соответствуют грунтам первой и второй категории по шкале А. И. Зеленина ($C = 1 — 4$ уд. и $C = 5 — 8$ уд. соответственно). Если перейти к

Таблица 8.2

Дистанция набора полной призмы грунта, м

Тип грунта	Среднее значение C/минимальная масса трактора, т					
	4/3	8/3	12/3	16/12	24/30	30/50
Гусеничные тракторы						
Супесь	20	25	30	40	55	70
Суглинок	15	17	20	40	55	70
Глина	10	12	15	40	55	70
Колесные тракторы						
Супесь	20	25	30	40	55	70
Суглинок	16	17	20	40	55	70
Глина	12	12	20	50	55	70

Примечание. C — число ударов плотномера ДорНИИ.

грунту третьей категории (C = 9—15 уд.), объем призмы грунта должен быть уменьшен на 10 %. Если необходимо определить объем призмы грунта для одного трактора при имеющихся экспериментальных данных по другому трактору, используют расчетное соотношение объемов призм, умноженное на экспериментальный объем.

Продолжительность рабочего цикла

$$T_{ц} = 3{,}6S_{р.х}/v_{р.х} + 3{,}6S_{х.х}/v_{х.х} + T_{ост} + T_{р\text{-}з},$$

где $S_{р.х}$, $S_{х.х}$ — дистанция рабочего и холостого хода соответственно, м; $v_{р.х}$, $v_{х.х}$ — средняя скорость рабочего и холостого хода соответственно, м/с; $T_{ост}$ — время остановок в начале и конце рабочего хода, с; $T_{р\text{-}з}$ — время на разгон и замедление при откате, с.

Средняя скорость рабочего хода тракторов:

с удельной мощностью не более 10 кВт/т

$$v_{р.х} = 3{,}6\frac{N_e}{G_a}\eta_{тр}k_{заг}\frac{(1-\delta_{ср})}{\varphi_{ср}};$$

с удельной мощностью более 10 кВт/т

$$v_{р.х} = 3{,}6\frac{10m_т}{G_a}\eta_{тр}k_{заг}\frac{(1-\delta_{ср})}{\varphi_{ср}},$$

где N_e — эксплуатационная номинальная мощность двигателя, кВт; G_a — эксплуатационный вес агрегата (трактор с рабочим оборудованием), кН; $\eta_{тр}$ — КПД трансмиссии; $k_{заг}$ — коэффициент загрузки, представляющий собой отношение средней мощности на ма-

ховике двигателя за рабочий элемент цикла для механической трансмиссии или на турбинном колесе гидротрансформатора для гидромеханической трансмиссии к номинальной мощности двигателя (с учетом отбора мощности на гидравлический привод бульдозера); $\delta_{ср}$ — среднее значение коэффициента буксования за рабочий элемент цикла; $\varphi_{ср}$ — среднее значение коэффициента использования сцепного веса трактора за рабочий элемент цикла (отношение среднего касательного усилия к весу агрегата).

Для механической трансмиссии КПД принимают равным КПД механической части гидромеханической трансмиссии ($\eta_{тр} = 0,88...0,95$). Для тракторов с механической трансмиссией коэффициент загрузки $k_{заг} = 0,7$, а для тракторов с гидромеханической трансмиссией $k_{заг} = 0,8$. Для гусеничного трактора $\delta_{ср} = 0,18$, для колесного $\delta_{ср} = 0,4$.

Коэффициент $\varphi_{ср}$ принимают в зависимости от максимального коэффициента сцепления для тракторов при любом способе разработки грунта: при $\varphi_{к\,max} > 0,45$ $\varphi_{ср} = 0,78$; при $\varphi_{к\,max} < 0,45$ $\varphi_{ср} = 0,1$.

Максимальная скорость холостого хода $v_{х.х\,max}$ для тракторов с механической трансмиссией принимают равной наивысшей расчетной скорости заднего хода трактора при номинальной частоте вращения двигателя, но не более 3 м/с.

Скорость холостого хода для тракторов с гидромеханической трансмиссией

$$v_{х.х} = 0,9v_{х.х\,max} \le 3 \text{ м/с},$$

где $v_{х.х\,max}$ — максимальная расчетная скорость заднего хода при $P_{кр} = 0$.

Суммарное время $T_{ост}$ двух остановок трактора для переключения передач и маневра навесным оборудованием: с механической трансмиссией и блоками шестерен при наличии одного рычага реверса — 6 с; при наличии двух рычагов реверса — 10 с; с механической трансмиссией и шестернями постоянного зацепления при наличии одного рычага реверса — 4 с; при двух рычагах реверса — 8 с; с гидромеханической или механической трансмиссией при наличии быстродействующего реверса — 3 с.

Коэффициент удельной мощности k_N для тракторов с удельной мощностью не более 10 кВт/т принимают равным единице, для тракторов с удельной мощностью более 10 кВт/т

$$k_N = 0,8 + \frac{N_e}{50m_т}.$$

Поправочный коэффициент тягового усилия k_φ для тракторов с механической трансмиссией принимают в зависимости от следующих значений коэффициента несоответствия передачи $k_{н.п}$:

$k_{н.п}$	Ниже 0,9	0,9...1,1	Выше 1,1
k_φ	0,92	1,0	0,9

Для трактора с механической трансмиссией

$$k_{\text{н.п}} = \frac{P_{\text{к.д.ном}} k_{\text{пр}}}{G_{\text{а}} \varphi_{\text{к max}}},$$

где $P_{\text{к.д.ном}}$ — расчетное касательное тяговое усилие на рабочей передаче трактора при номинальной мощности двигателя, кН; $k_{\text{пр}}$ — коэффициент приспособляемости двигателя.

Значение $P_{\text{к.д.ном}}$ выбирают по технической характеристике трактора на рабочей передаче при значении $k_{\text{н.п}}$, наиболее близком к единице.

Поправочный коэффициент $\varphi_{\text{к max}}$ для тракторов с гидромеханической трансмиссией в зависимости от k_{φ} и $\varphi_{\text{к.гт}}$ имеет следующее значение:

k_{φ}	0,9	1,0	0,85	Более 2,5
$\varphi_{\text{к.гт}}$	Менее 1,3	1,3...2	2...2,25	—
$\varphi_{\text{к max}}$	—	0,9	1,0	0,93

При этом удельное максимальное касательное тяговое усилие при стоповом режиме гидротрансформатора

$$\varphi_{\text{к.гт}} = P_{\text{к.гт max}} / m_{\text{т}},$$

где $P_{\text{к.гт max}}$ — максимальное расчетное касательное тяговое усилие при стоповом режиме гидротрансформатора на рабочей передаче.

Поправочный коэффициент характеристики двигателя $k_{\text{д}}$ выбирают в зависимости от коэффициента приспособляемости двигателя $k_{\text{пр}}$:

$k_{\text{пр}}$	1,1...1,2	1,2...1,35	1,35...1,5
$k_{\text{д}}$	1,0	1,1	1,18

При определении потенциальной технической производительности трактора-бульдозера $k_{\text{с.н.п}} = 1$. При расчете действительной производительности $k_{\text{с.н.п}} = k_1 k_2 k_3 k_4$.

Коэффициент k_1 имеет следующие значения для тракторов:

Квалификация водителя:	Гусеничные тракторы	Колесные тракторы
высшая	1,0	1,0
средняя	0,85	0,7
низшая	0,65	0,5

Коэффициент k_2 характеризует отношение среднего фактического объема призмы грунта к потенциальному. При траншейной разработке грунта без отсыпки в кавальер (вал, образованный землей вдоль выемки у границы полосы отвода) $k_2 = 1$; при траншейной разработке грунта с отсыпкой в кавальер $k_2 = 0,83$; при бес-

траншейной разработке грунта с отсыпкой в кавальер $k_2 = 0{,}80$ (соответствует возведению полотна дороги из боковых резервов).

При работе трактора при ясной погоде и отсутствии пыли $k_3 = 1$. При наличии повышенной запыленности, тумана или дождя принимают $k_3 = 0{,}85$ для гусеничного и $k_3 = 0{,}75$ для колесного трактора.

Коэффициент k_4, характеризующий угол подъема поверхности, разрабатываемой бульдозером, принимает следующие значения: при угле подъема $\alpha < 2°$ $k_4 = 1$; при $\alpha = 2...5°$ $k_4 = 0{,}97$; при $\alpha = 5...10°$ $k_4 = 0{,}9$.

Для сравнения тракторов, работающих в одинаковых условиях, используют эталонную производительность. Расчет ведут при эталонных условиях: разработка грунта траншейным способом с отсыпкой в кавальер; дистанция разработки 40 м; грунт — суглинок повышенной плотности с числом ударов по плотномеру ДорНИИ 6—8 или средняя глина с числом ударов 4—6; квалификация водителя средняя; $k_{с.н.п} = 0{,}7$; $k_0 = 1{,}2$; $\varphi_{к\,max} = 0{,}95$; $\delta = 0{,}18$; $k_1 = 0{,}85$; $k_2 = 0{,}83$; $k_3 = 1$; $k_4 = 1$; $k_р = 1{,}5$.

Методику проверяют сравнением расчетных и экспериментальных данных, полученных при испытаниях тракторов. При этом необходимо иметь в виду, что даже при соблюдении формальных признаков тождества условий (тип грунта, длина траншеи) техническая производительность одного и того же трактора, полученная при разных сериях испытаний (разные водители, погодные условия и пр.), может меняться.

Техника безопасности при выполнении работ. При работе бульдозера запрещается перемещение грунта на подъем более 15°, под уклон более 30° и при поперечном уклоне крутизной более 15°. Во избежание врезания отвала в грунт рвов и канав при перегоне бульдозера эти препятствия переезжают задним ходом. Во время стоянки и при временных остановках трактора отвал опускают.

Во время сбрасывания грунта в канаву, котлован или под откос запрещается выдвигать отвал бульдозера за бровку откоса, так как это может привести к сползанию трактора. При работе бульдозера на эстакаде выделяют сигнальщика. Концы эстакады обозначают вешками. Трактористу-машинисту во время работы нельзя выходить из кабины, вставать на толкающий брус.

Работы на землеройных машинах в зоне подземных коммуникаций электрокабелей, газопроводов и в охранной зоне кабелей связи проводят только с письменного разрешения эксплуатирующих организаций, к которому прилагается схема места работы и глубины подземных коммуникаций. Земляные работы немедленно прекращают при обнаружении непредвиденных подземных сооружений или при наличии оползней.

При выполнении подготовительных работ кусторезом и корчевателем механизмы трактора оборудуют защитными кожухами, а окна и фонари — защитными сетками.

При уплотнении грунтов особое внимание уделяют работе уплотняющих машин вблизи краев траншеи, котлована или насыпи. Для предотвращения обрушения стенок траншей или обочин насыпи в зависимости от типа и состояния грунта, а также размеров сооружений следует выдерживать предельно допустимые минимальные расстояния от их краев.

8.3. Использование промышленных специальных тракторов

К специальным тракторам (см. рис. 8.1) относят погрузочные, подземные, подводные, трубоукладочные, земноводные и малогабаритные тракторы. Специальные тракторы нашли широкое применение в промышленности, строительстве, сельском и коммунальном хозяйствах и т. д.

Конструктивная схема гусеничного *трактора-погрузчика* практически аналогична схеме промышленного трактора общего назначения, отличается в основном тем, что база трактора-погрузчика увеличена по сравнению с базой трактора общего назначения.

Болотоходные тракторы, которые занимают несколько обособленное место среди промышленных тракторов, могут быть модификацией промышленного трактора общего назначения и специального трактора, например трактора-погрузчика, а также промышленной модификации сельскохозяйственного или лесопромышленного трактора, поэтому при описании болотоходной модификации указывается тип базового трактора.

Подземные тракторы предназначены для работы в стесненных условиях горных разработок — в шахтах и на строительстве тоннелей, поэтому они должны иметь ограниченные размеры и не загрязнять окружающую среду отработавшими газами. Главное требование к конструкции таких тракторов — небольшие вертикальные размеры, вследствие чего они, как правило, не имеют кабины.

Земноводные тракторы служат для землеройных работ на глубине до 6...7 м, а подводные — для осуществления необходимых работ, связанных с добычей полезных ископаемых на континентальном шельфе морей и океанов на глубине до нескольких десятков метров. Такие тракторы не имеют кабины, ими управляют по радио (аквалангист или с берега). Тракторы снабжены системой для забора воздуха, необходимого для работы двигателя.

Малогабаритные промышленные тракторы предназначены для выполнения небольших по объему вспомогательных работ (рытье траншей вблизи зданий, чистка каналов и др.). Такие тракторы, как правило, не имеют кабины, их часто снабжают гидрообъемными трансмиссиями, облегчающими управление трактором и позволяющими обеспечить различные компоновочные схемы.

Условия эксплуатации и характеристика работ, выполняемых трактором-погрузчиком. Для трактора-погрузчика типичными грунтовыми условиями являются площадки с усовершенствованным покрытием (асфальт, бетон) на территории складов и заводов; укатанные грунтовые площадки; карьеры строительных материалов и полезных ископаемых (песчаные, щебеночные, угольные и др.).

Тракторы-погрузчики используют для погрузки различных материалов — от легких и мелких (например, зола, песок) до тяжелых и очень крупных (плохо взорванный скальный грунт). Набор материалов, перегружаемых трактором-погрузчиком, необходимо получать от потребителей с учетом перспективных объемов работ в основных отраслях строительства и промышленности.

При агрегатировании тракторов-погрузчиков с различными ковшами, масса которых отличается незначительно, обусловливается постоянная масса агрегата. Разнообразны свойства поверхностей, по которым двигается трактор, а также грунтов и материалов, с которыми взаимодействует ковш. При этом обычно разрабатывается грунт, отличный от того, по которому движется трактор.

Трактор-погрузчик в основном работает на погрузке насыпных грузов (песок, щебень, взорванные скальные породы и др.) в транспортное средство, расположенное вблизи от места складирования груза (штабеля). Рабочий цикл трактора-погрузчика состоит из следующих элементов:

- подъезд к штабелю и одновременная установка ковша в исходное положение;
- набор сыпучего материала в результате поступательного движения трактора и одновременного поворота, а иногда и подъема ковша;
- маневр трактора для подъезда к транспортному средству и одновременный перевод ковша в исходное положение для выгрузки (стрела поднята);
- разгрузка, при этом трактор обычно стоит, а ковш поворачивается в крайнее нижнее положение;
- отъезд от транспортного средства, изменение направления движения для подъезда к штабелю и одновременный перевод ковша в исходное положение для набора.

Таким образом, за один цикл погрузки 4 раза изменяется направление движения трактора, 4 раза проводится разгон и 3 раза торможение (при наборе остановка трактора происходит без торможения). Проводится набор груза и его разгрузка, осуществляется полный цикл управления погрузочным оборудованием (подъем и опускание стрелы, поворот ковша для транспортирования в исходное положение для копания).

Продолжительность цикла составляет в основном 30...40 с. За один цикл погрузки тракторист-машинист проводит 25—30 включений различных механизмов управления, за 1 ч непрерывной работы

может выполнять 2430—3240 управляющих воздействий, т.е. больше, чем при управлении любым другим агрегатом. Поэтому основным требованием к трактору, агрегатируемому с погрузочным оборудованием, является совершенствование и легкость систем управления, автоматизация некоторых операций управления (установка оборудования в исходное положение, совмещение торможения с отключением трансмиссии и т.д.). В течение всего цикла движение трактора совмещается с перемещением рабочего оборудования, осуществляемым гидравлическим приводом.

Самый энергоемкий элемент цикла — набор материала. При наборе материала реализуется максимальное тяговое усилие, а в остальных (транспортных) элементах цикла оно значительно меньше. Кратковременность цикла работы трактора-погрузчика делает нерациональным излишние переключения передач, поэтому трактор-погрузчик на одной передаче подъезжает к штабелю и совершает набор материала. Рабочая передача трактора-погрузчика должна обеспечивать достаточно высокую скорость в транспортном режиме (1,1 ... 1,9 м/с). При движении к транспортному средству с грузом в поднятом ковше необходимо исключить раскачку передней части трактора, что создается ее жесткой подвеской. В связи с длительной работой трактора-погрузчика на одной рабочей площадке разрушение основания рабочей площадки должно быть минимальным, для чего необходимо уменьшить грунтозацепы.

Специфика технологии выполнения операций трактором-погрузчиком. На обобщенный технический потенциал трактора-погрузчика влияют его производительность П в заданных условиях эксплуатации и параметры распределения вероятностей этих условий, в частности физико-механические свойства перегружаемого материала и сцепные свойства движителя в тех или иных грунтовых условиях, выражаемых максимальным коэффициентом сцепления $\varphi_{k\,max}$.

Производительность трактора-погрузчика в заданных эксплуатационных условиях является функцией технологии работ (способ набора материала и схема маневра трактора-погрузчика); конструкции трактора (типы механизмов управления поворотом, трансмиссии и ходовой системы трактора); параметров и характеристик трактора (типы моторно-трансмиссионной установки (МТУ), максимальная мощность двигателя, гидравлических приводов рабочего оборудования и систем поворота трактора, максимального касательного тягового усилия по МТУ, число передач, радиус поворота по осевой линии, продолжительность поворота управляемых колес или полурам трактора); эксплуатационных условий, характеризуемых свойствами грунта и перегружаемого материала.

Конструктивное исполнение трактора-погрузчика существенно влияет на выбор способа набора материалов и схемы маневра при погрузке. Имеются различные способы набора насыпного матери-

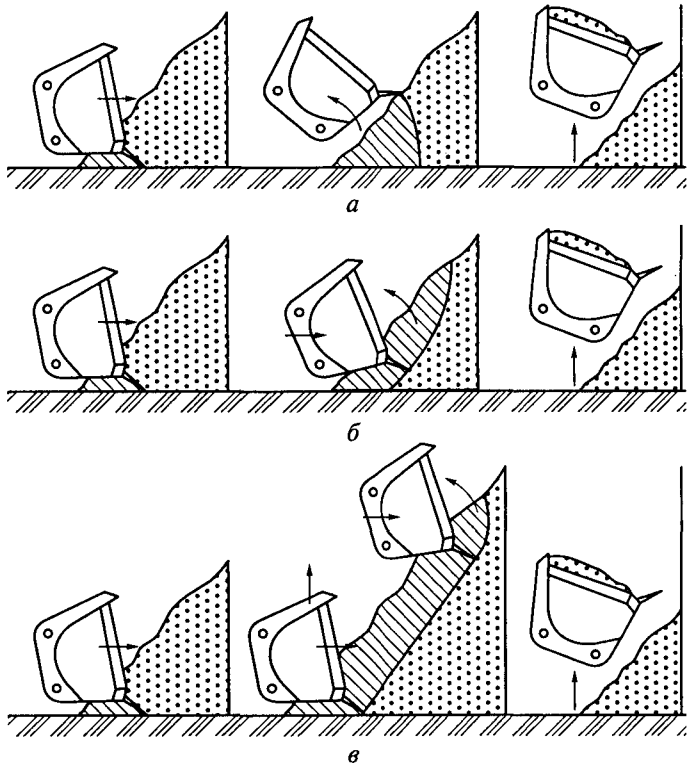


Рис. 8.5. Схемы способов набора насыпного материала в ковш трактора-погрузчика:

а — раздельный; *б* — совмещенный с поворотом ковша; *в* — совмещенный с подъемом стрелы и поворотом ковша (комбинированный)

ала трактором-погрузчиком, из которых можно выделить три основных (рис. 8.5): раздельный; совмещенный с поворотом ковша; совмещенный с подъемом стрелы и с поворотом ковша (комбинированный).

При *раздельном* способе набора материала трактор-погрузчик сначала тяговым усилием заглубляет ковш в штабель и затем после остановки осуществляет поворот ковша.

При *совмещенном* способе набора материала одновременно движется трактор и перемещается ковш погрузчика. Ковш погрузчика может перемещаться в результате как его поворота относительно стрелы, так и подъема стрелы. Практикой доказано бесспорное преимущество набора материалов совмещенными способами. В большинстве случаев используют совмещенные способы, в частности по такой технологии работают все тракторы-погрузчики с гидромеханической трансмиссией. Из двух совмещенных способов набо-

ра способ с одновременным движением трактора и поворотом ковша более легко осуществим для машиниста и позволяет набрать материал за меньшее время, поэтому при наборе материалов с небольшим размером d_{max} куска применяют только такой способ.

Совмещенный с поворотом стрелы (комбинированный) способ используют при наборе крупнокусковых материалов ($d_{max} > 0{,}2$ м), поскольку он обеспечивает набор объема материала, близкого к вместимости ковша с «шапкой». Эффективность этого способа обусловлена тем, что в результате подъема стрелы увеличивается перемещение ковша в штабеле и набирается дополнительный объем материала.

Техника безопасности при работе тракторов-погрузчиков. К управлению одноковшовыми погрузчиками допускаются машинисты, хорошо усвоившие правила техники безопасности в строительстве (СНиП III-4—80 «Техника безопасности в строительстве»), изучившие техническое описание и инструкцию по эксплуатации погрузчика, прошедшие специальную подготовку (желательно на заводе-изготовителе) и инструктаж по технике безопасности.

Подготовка рабочей площадки. Не разрешается работать на площадке с уклоном более 5°, а также в местах, засоренных железными обрезками, прутьями, досками, проволокой и т. п. Зимой рабочие площадки необходимо регулярно очищать от снега, льда, посыпать песком, золой или шлаком.

Производство работ. Не следует выполнять работы, не соответствующие назначению погрузчика. Нельзя находиться на штабеле материала, разрабатываемого погрузчиком, во избежание падения. При эксплуатации погрузчика запрещается:

поручать запуск двигателя и работу на погрузчике посторонним лицам;

работать на неисправном погрузчике;

поднимать груз над людьми, находиться под поднятой стрелой или ковшом, а также впереди движущейся машины во время ее работы;

поднимать груз, масса которого превышает указанную в технической характеристике погрузчика;

наполнять ковш с разгона;

делать резкие рывки при работе, особенно с полным ковшом, при движении во избежание потери устойчивости;

по окончании работы оставлять погрузочное оборудование (ковш и стрелу) в поднятом положении.

Погружаемые в ковш материалы следует захватывать так, чтобы исключалась возможность их падения. Перевозку грузов, закрывающих обзор пути следования погрузчика, необходимо производить в сопровождении специально назначенного администрацией сигнальщика, который должен находиться на расстоянии не более 1 м от перемещаемого груза и иметь визуальную связь с машинистом.

По окончании работы, перед тем как выйти из кабины, следует опустить ковш на землю, поставить в нейтральное положение рычаги управления распределителем и передачами, установить в положение «Рабочий режим» рычаг диапазонов, затянуть рычаг центрального тормоза.

8.4. Использование тракторов в лесном хозяйстве

Тракторы, используемые в лесном хозяйстве, подразделяют на специальные (лесопромышленные, мелиоративные, лесохозяйственные), сельскохозяйственные общего назначения и промышленные.

Сельскохозяйственные тракторы общего назначения используют для обработки почвы, сева и посадки лесных культур, ухода за ними, а также для транспортных работ. Промышленные тракторы используют на строительстве дорог, корчевке пней, мелиоративных работах.

Современные отечественные лесопромышленные тракторы можно представить несколькими моделями трелевочных тракторов, а также их специальными и лесохозяйственными модификациями: ТДТ-40М, -55, -60, -75, ТТ-4 (базовые), ЛХТ-55, ТБ-1, ТП-90 и ВТМ-4 (модификации).

Трелевочные тракторы ТДТ-40М, -55, -60, -75 и ТТ-4 предназначены для вывозки древесины непосредственно с лесосек к складам, а также для выполнения ряда погрузочно-разгрузочных и других вспомогательных работ на верхнем складе: подготовка волока, расчистка территории склада, штабелевка, выравнивание комлей и т. п.

Лесопромышленные тракторы. Для механизации лесосечных работ применяют как гусеничные, так и колесные тракторы (рис. 8.6). В отечественном тракторостроении гусеничные лесопромышленные тракторы создают как самостоятельные модели. Колесные тракторы для лесной промышленности производят на базе сельскохозяйственных тракторов, выполненных по схеме 4К4, в конструкцию которых вносят изменения, направленные на обеспечение надежности их работы, безопасных условий эксплуатации, повышения проходимости, маневренности и агрегатирования с различным технологическим оборудованием. Такие машины создают на базе тракторов, имеющих технологическую площадку за кабиной (типа ЛТЗ-155). Условиям использования лесопромышленных машин наиболее полно отвечают тракторы с гусеничным движителем и с приводом всех колес, что позволяет улучшить тягово-сцепные показатели и повысить проходимость путем снижения давления на опорную поверхность и уменьшения глубины колеи. На основе базовой конструкции создаются семейства машин. Сни-

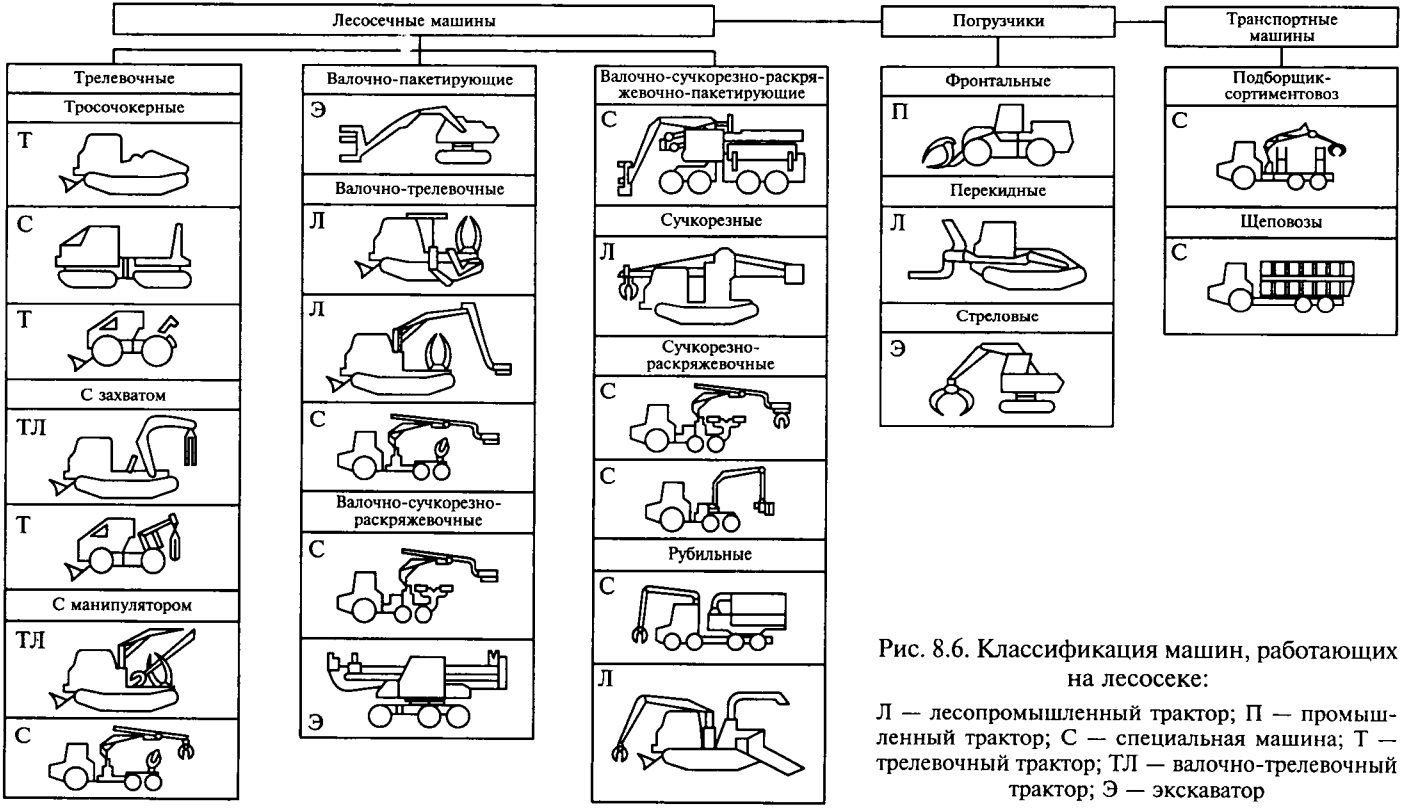


Рис. 8.6. Классификация машин, работающих на лесосеке:

Л — лесопромышленный трактор; П — промышленный трактор; С — специальная машина; Т — трелевочный трактор; ТЛ — валочно-трелевочный трактор; Э — экскаватор

жение давления на лесные почвы и растительный покров имеет большое значение и с точки зрения защиты природы.

Тип и конструкция технологического оборудования определяются назначением и технологией выполнения работ в лесозаготовительном производстве. С помощью технологического оборудования производится погрузка и разгрузка сортиментов и деревьев, обрезка сучьев, раскряжевка и другие операции. Технологическое оборудование подразделяется на рабочее и дополнительное, т. е. устанавливаемое на период выполнения конкретного вида работ, и может располагаться в различных местах трактора. Общим требованием к его расположению является обеспечение устойчивости трактора и минимальное влияние на показатели проходимости.

Лесохозяйственные тракторы. Разнообразие выполняемых работ обусловило специфические требования к компоновке тракторов и сочетание в них качеств лесопромышленного и лесохозяйственного тракторов.

Тракторы агрегатируются с лесными плугами и культиваторами, лесопосадочными машинами, покровосдирателями и фрезами, навесными машинами с активными рабочими органами, машинами для расчистки полос и могут использоваться в зимних условиях как трелевочный. Наиболее полно отвечают разнообразию использования и требованиям технологии гусеничные тракторы.

Лесосплавные работы выполняют с помощью плавающего трактора, оборудованного лебедкой, бревнотолкателем или бульдозером с гидрозахватом грузоподъемностью до 15 кН. На водной поверхности трактор перемещается с помощью гребного винта, а по суше — с помощью гусеничного движителя. Среднее давление на грунт не превышает 41 кПа и может быть снижено до 27 кПа путем установки уширенных гусениц.

Маневровые свойства машинно-тракторного агрегата. Агрегат во время работы совершает рабочие и холостые ходы. Рабочие ходы на открытых участках близки к прямолинейным, холостые — связаны с поворотами, заездами и переездами с одного участка на другой. Холостые ходы снижают производительность и увеличивают затраты времени и энергии, поэтому при работе МТА необходимо стремиться к увеличению длины рабочих ходов и сокращению холостых движений. В лесном хозяйстве холостые ходы МТА достигают 40... 50 %. Непроизводительные затраты времени и расход энергии МТА возрастают на небольших по площади участках, неправильной их конфигурации, при работе в лесу, на вырубках, склонах, на землях, нарушенных промышленными разработками.

Повысить экономичность движения МТА в сложных условиях можно за счет организации и подготовки объекта, выбора и прямолинейности направления рабочего движения, правильных маршрутов переезда и т. д.

Важным условием высокопроизводительной и экономичной работы является выбор МТА, который должен обладать хорошими маневровыми качествами: проходимостью, поворотливостью, устойчивостью в движении, управляемостью.

Проходимость МТА характеризуется способностью преодолевать препятствия без внешних вспомогательных средств. Различают два типа препятствий: сопротивления движению (рыхлые грунты, подъемы) и препятствия, вызывающие опрокидывание агрегата (крутые спуски, овраги и т.д.). Для лесокультурных МТА большое влияние на проходимость оказывают пни и захламленность вырубок. На таких объектах работы выполняют трелевочными тракторами, способными преодолеть препятствия исходя из условия опрокидывания. На склонах следует работать поперек уклона, а не вдоль, в качестве тяговых средств нужно применять тракторы крутосклонных модификаций. На переувлажненных почвах необходимо комплектовать МТА с тракторами болотных модификаций.

Техника безопасности при работе тракторов в лесном хозяйстве. Для каждой группы лесохозяйственных машин и выполняемых технологических операций предусмотрены особые правила безопасности.

Правила безопасности труда на посадке леса. К работе на лесопосадочной машине допускаются рабочие, прошедшие инструктаж по технике безопасности. При обслуживании агрегата назначается ответственный за выполнение работ, который следит за соблюдением правил безопасности.

Лесопосадочные работы необходимо выполнять в спецодежде (фартук, головной убор), при необходимости следует использовать предохранительные приспособления (респиратор, наушники и т.д.).

Движущиеся и вращающиеся части машин должны быть ограждены защитными кожухами, сигнальная система находиться в исправном состоянии, рычаги управления рабочими органами машин и орудий иметь надежные фиксирующие устройства.

Правила безопасности труда при проведении рубок ухода. Разработка лесосек разрешается только после подготовки территории лесосеки к рубке. Рабочие должны быть ознакомлены с технологической картой разработки.

Место валки деревьев, где могут находиться только вальщики, на расстоянии зоны безопасности (50 м) должно быть обозначено знаками. При валке и трелевке древесины машинист может заезжать в опасную зону только после прекращения валки.

Правила безопасности работы на валке. При разработке лесосек сплошным способом валочными и валочно-трелевочными машинами на обслуживающий персонал распространяются требования Правил техники безопасности и производственной санитарии на лесозаготовках, лесосплаве и в лесном хозяйстве 1970 г. Необходи-

мо соблюдать ряд специальных правил, обусловленных особенностями конструкций машин. Валочные машины должны быть оснащены огнетушителями, звуковыми сигналами. От рабочих требуется высокая внимательность. Приступая к работе, необходимо убедиться в отсутствии в опасной зоне людей и подать звуковой сигнал. Нельзя валить деревья при ветре силой 6 баллов и выше, в грозу, при видимости 50 м, на участках с поперечными уклонами более 8°. Запрещается выходить из кабины и садиться в нее на ходу, высовываться из кабины во время работы, оставлять машину на лесосеке без наблюдения при работающем двигателе, находиться под поднятым гидроманипулятором. После окончания работы машину необходимо поставить на стоянку, привести оборудование в нерабочее состояние с соблюдением противопожарных требований. При валке леса и трелевке древесины машинами следует бережно относиться к примыкающему насаждению, оставленным куртинам леса, сохранять подрост.

8.5. Использование тракторов в коммунальном хозяйстве

В коммунальном хозяйстве применение тракторов нашло достаточно широкое распространение, особенно в последние годы, когда различными производителями тракторов и другой техники выпускаются новые виды прицепных, полуприцепных и навесных рабочих органов различного назначения.

Общая характеристика коммунальных работ, выполняемых с использованием тракторов. Работы, выполняемые тракторами в коммунальной среде, отличаются особыми условиями их выполнения, среди которых выделяют следующие: стесненность рабочих площадок; работа вблизи опасных объектов (котлованы, траншеи, подземные кабели, трубопроводы, линии электропередачи и т. п.); работа в условиях интенсивного движения различных транспортных средств; сжатые сроки и высокое качество выполнения работ.

Выполнение различных операций в населенных пунктах требует особым образом выдерживать такие эксплуатационные характеристики тракторов, как небольшие масса и габаритные размеры трактора; маневренность; быстродействие и эффективность рабочих органов навесного оборудования; эстетичность и эргономичность; наличие средств оповещения и предупреждения окружающих; минимальное воздействие на окружающую среду (низкий уровень шума и вибрации, запыленности и концентрации вредных компонентов выхлопных газов силовых установок); приспособленность к работе в комплектах машин; надежность и ремонтопригодность; легкое и удобное транспортирование.

Среди выполняемых с использованием тракторов коммунальных работ можно выделить следующие: озеленение; уборка город-

ских улиц в летний и зимний период; текущий ремонт дорожных покрытий и т.д.

Озеленение дорог осуществляется посевом трав и посадкой деревьев и кустарника с помощью сельскохозяйственной техники.

Необходимым мероприятием не только в декоративных целях, но и для предотвращения засорения примыкающих к дороге сельскохозяйственных угодий является скашивание травы на обочинах, откосах насыпей и выемок, резервах и на всей полосе отвода. Для этого широко используют *легкие косилки*, монтируемые на колесных тракторах.

Для бурения ям под посадку деревьев, кустарника, установку столбов, надолбов и указательных знаков применяют *бурильно-крановые машины*, которые монтируют на тракторах. Бурильно-крановые машины бурят ямы диаметром 350; 500 и 800 мм, глубиной 2; 3 м и одновременно устанавливают в них столбы. Для этого машины оборудованы крановым устройством. Вращение бура, его подача, установка выносных опор и управление бульдозерным оборудованием осуществляются с помощью гидравлического привода. Время бурения одной ямы 0,7...1 мин. Техническая характеристика бурильно-крановых машин на базе тракторов приведена в табл. 8.3.

При летней эксплуатации автомобильных дорог дорожные покрытия загрязняются. Для ликвидации пыли и грязи на дорогах широко применяют *поливочно-моечные машины*. Например, поливочно-моечная машина на базе трактора ЛТЗ-55АП имеет цистерну для воды, центробежный насос, напорный трубопровод с регулируемыми насадками для мойки покрытий под напором водяной струи, а также устройство для наполнения цистерны водой из водоема или водопроводного (пожарного) стояка. Цистерна вместимостью 4 000 л монтируется на одноосном прицепе к трактору. Максимальная ширина полива 13 м, мойки — 5 м; расход воды при поливе 0,35 л/м^2, при мойке — 0,85 л/м^2; максимальная рабочая скорость при поливе и мойке покрытий до 7,5 м/с.

Мероприятия по содержанию дорог проводятся в течение всего года и включают в себя летнее содержание — озеленение и ска-

Таблица 8.3

Техническая характеристика бурильно-крановых машин БМ-204, -303

Показатель	БМ-204	БМ-303
Базовая машина	Трактор МТЗ-80	Трактор ДТ-75М
Диаметр бура, м	0,36; 0,5; 0,8	0,35; 0,5; 0,8
Глубина бурения, мм	2 000	3 000
Мощность двигателя, кВт	37	55
Грузоподъемность крана, кН	12,5	15

шивание травы с полосы отвода; бурение ям для посадки древесных насаждений, установку столбов, надолбов и дорожных знаков; укрепление откосов насыпей и выемок; восстановление водоотвода — дренажа и боковых канав (кюветов); поливомоечные и подметально-уборочные работы; нанесение линий безопасности и окраску обстановки пути; зимнее содержание; исправление мелких повреждений и текущий ремонт, а также средний ремонт, при котором периодически улучшают эксплуатационные качества дороги, ремонтируют водоотвод, исправляют земляное полотно, увеличивают изнашиваемый слой, заменяют обстановку пути (километровые знаки и знаки безопасности движения), ремонтируют мостовые и другие сооружения.

Зимнее содержание дорог с использованием тракторов включает в себя патрульную очистку дорог от свежевыпавшего снега; расчистку дорог от снежных наносов и завалов; разбрасывание снежных валов, образующихся по краям дороги; уборку снега; ликвидацию наледей, накатов, гололеда и т.д.

Роторные снегоочистители при работе выполняют две основные операции: вырезают снег из массива забоя и отбрасывают его ротором в сторону на расстояние 25...30 м, не образовывая боковых валов. Их также широко применяют для отбрасывания (рассеивания) снега из снежных валов, образуемых плужными снегоочистителями и щеточными машинами.

Наряду со специализированными машинами для содержания дорог применяют *универсальные уборочные машины*, у которых базовое шасси серийного трактора оснащается сменным рабочим оборудованием нескольких типов для выполнения различных технологических операций. Использование универсальных уборочных машин целесообразно в тех случаях, когда объемы работ недостаточны для эффективного использования специализированных. На базе колесных тракторов выпускают универсальные уборочные машины, применяемые при работе в стесненных условиях на городских улицах и проездах, а также при уборке скверов и бульваров, с комплектом сменного навесного и прицепного рабочего оборудования.

Техника безопасности при работе в городских условиях. К управлению машинами для коммунальных работ допускаются лица, прошедшие специальную подготовку. Машинисты, обслуживающие машину, должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью и предохранительными приспособлениями, а также инструкцией по эксплуатации машины. Запрещается работать на машинах, не закрепленных приказом или письменным распоряжением за обслуживающим ее машинистом, не прошедших наладку, освидетельствование и испытание перед вводом в эксплуатацию, а также ввод машины в эксплуатацию без санкции главного инженера или главного механика организации или предприятия, эксплуатирующих дорожную технику.

До начала ремонта дорожная организация, производящая работы, должна составить схемы ограждения и расстановки дорожных знаков, привязанных к местности, с указанием видов работ и сроков их выполнения, которые должны быть согласованы с органами ГИБДД МВД России и со всеми заинтересованными организациями.

Неотложные (аварийные) работы по устранению отдельных повреждений дороги, коммунальных и дорожных сооружений, нарушающих безопасность движения, можно выполнять без согласования и утверждения схем, но с условием обязательного извещения соответствующих органов о месте и времени проведения таких работ.

Места, где возможен наезд транспортных средств на работающих, должны быть ограждены, а при работах по всей ширине проезжей части, кроме того, в обязательном порядке устроены удобные объезды. Особо опасные места (траншеи, котлованы) на участке работ должны быть ограждены щитами (заборами) и сигнальными фонарями, зажигаемыми с наступлением темноты или в туман.

Если оставшаяся полоса проезжей части вместе с обочиной узка для разъезда встречных автомобилей, движение должны регулировать специально выделенные лица. В отдельных случаях, когда длина ремонтируемого участка не превышает 50...60 м и обеспечена достаточная видимость, возможно движение по принципу саморегулирования.

При производстве работ в темное время суток места работ должны быть освещены в соответствии с санитарными нормами и указаниями по проектированию электрического освещения строительных площадок.

8.6. Транспорт в сельском хозяйстве и промышленности

Транспортные операции в сельском хозяйстве следует отнести к группе основных, поскольку они связаны с перемещением технологических материалов (подвоз семян, вывоз сельскохозяйственной продукции, заготовка кормов и т. п.). Тракторный транспорт более эффективен при расстояниях перевозки 3...5 км в неудовлетворительных дорожных условиях.

Транспортные работы в промышленности с использованием тракторов осуществляются при операциях по транспортированию тяжелой техники на прицепных трейлерах, по перемещению тяжелых грузов на прицепах по плохим дорогам и пересеченной местности там, где не может пройти автомобиль.

Так, например, перевозка труб диаметром до 1 420 мм и длиной до 12 м и трубных секций длиной до 36 м по трассе производится

тракторными плетевозами-трубовозами грузоподъемностью 90; 150; 180 и 300 кН.

Тракторные поезда. В настоящее время большое внимание уделяется развитию технологического транспорта, без четкой, оперативной и высокопроизводительной работы которого невозможно осуществлять комплексную механизацию и выполнять сельскохозяйственные работы в установленные агротехнические сроки. Достаточно сказать, что в сельском хозяйстве около 30 % трудозатрат и более 50 % энергозатрат расходуется на транспортные работы. С увеличением продукции сельского хозяйства эти затраты будут непрерывно возрастать. Статистика показывает, что доля затрат, связанная с транспортированием грузов, составляет 25...40 % общей суммы затрат на производимую продукцию. Наряду с автомобильным транспортом для перевозок сельскохозяйственной продукции используют тракторные поезда. Создание мощных скоростных тракторов ЛТЗ-155, Т-150К, К-744 и прицепов к ним делает применение тракторных поездов эффективным как на внутрихозяйственных, так и дальних перевозках.

Строгое соответствие между основными параметрами прицепов, включая их грузоподъемность и тормозные качества, и энергонасыщенностью тракторов является одним из основных путей повышения эффективности тракторных поездов на транспортных работах.

Эффективность использования тракторов на транспортных работах определяется составом тракторного поезда (число прицепов, их типы и общая грузоподъемность), тягово-сцепными и энергетическими показателями трактора, величиной фронта погрузочно-разгрузочных работ, дорожно-климатическими условиями, расстоянием перевозок, маневренностью, скоростью движения, тормозными качествами тракторного поезда, его устойчивостью и т. д.

Важнейшими показателями эффективности тракторных поездов являются приведенные издержки и производительность.

Приведенные издержки

$$И_{пр} = И_э / W + c_н K,$$

где $И_э$ — прямые эксплуатационные издержки тракторного поезда за 1 ч работы, руб.; W — часовая производительность, т/ч или т·км/ч; $c_н$ — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; K — размер капитальных вложений в тракторный поезд, руб.

Производительность

$$W = v_{ср} \lambda q \gamma (L + v_{ср} \lambda t_{пр}),$$

где $v_{ср}$ — средняя техническая скорость движения, м/с; λ — коэффициент использования пробега; q — грузоподъемность тракторного поезда, кН; γ — коэффициент использования грузоподъем-

ности; L — средняя длина груженой ездки, м; $t_{пр}$ — время простоя тракторного поезда на погрузочно-разгрузочных операциях, с.

Применение энергонасыщенных тракторов позволяет повысить эффективность тракторных поездов путем увеличения их грузоподъемности и скорости движения. Грузоподъемность и скорость движения тракторных поездов часто ограничиваются не мощностью двигателя, а недостаточными тягово-сцепными свойствами трактора, низкой плавностью хода, устойчивостью и тормозными качествами тракторного поезда.

Таким образом, основными параметрами, определяющими производительность тракторных поездов и зависящими от их технических качеств, являются грузоподъемность и скорость движения. Эти параметры по-разному влияют на производительность в реальных дорожных условиях, поэтому вопрос наиболее рационального выбора их с учетом оптимальной загрузки двигателя весьма важен.

Оптимальная грузоподъемность может быть установлена по комплексному показателю

$$K_{пj} = W_j / П_{прj},$$

где W_j — производительность на данном виде перевозок, т/ч или т·км/ч; $П_{прj}$ — приведенные затраты средств на единицу перевезенного груза, руб./т или руб./(т·км).

Основы техники безопасности при работе МТА на грузоперевозках. При наличии прицепов нагрузка на оси машины перераспределяется, поэтому изменяются характер и условия безопасного вождения тракторного поезда. Ответственный элемент тракторного поезда — сцепное устройство, которое испытывает значительные нагрузки при трогании, торможении и от колебаний, возникающих на неровностях дорог. Тракторист-машинист должен внимательно следить за состоянием сцепного устройства, не допускать рывков при трогании с места. Вождение тракторного поезда требует от машиниста специальных навыков.

Особенности вождения тракторных поездов. Траектории движения трактора и прицепов на поворотах не совпадают, и ширина полосы поворота значительно увеличивается с увеличением длины поезда и уменьшением радиуса поворота. Поэтому тракторист-машинист, работающий на тракторном поезде, должен точно провести расчет поворота.

Возникают значительные трудности при движении тракторного поезда задним ходом. Управление поездом при этом требует особого внимания машиниста и наличия необходимых навыков.

Машинист должен соразмерять скорость движения с расстоянием видимости и обзорности пути так, чтобы тормозной путь был всегда меньше, чем расстояние до любого возможного препятствия.

При движении МТА по магистральным дорогам и в городских условиях, в темное время суток и днем при плохой видимости

(туман, дождь, снегопад), при переезде через водные переправы и мосты необходимо выполнять требования Правил дорожного движения.

Правила перевозки грузов. При перевозке грузов для безопасности движения, особенно при поворотах, длина тракторного поезда при одном прицепе не должна превышать 20 м, а при нескольких — 24 м. Погрузку и выгрузку не разрешается осуществлять на проезжей части, если это мешает движению транспортных средств и пешеходов.

Груз необходимо распределять в кузове таким образом, чтобы его центр тяжести приходился на середину. Как правило, груз не должен располагаться выше бортов платформы. Однако легковесные и объемные грузы для лучшего использования грузоподъемности транспортного средства можно укладывать выше бортов платформы, но в этом случае груз необходимо прочно закрепить. При систематической перевозке легковесных грузов рекомендуется наращивать борта грузовой платформы.

Высота транспортного средства согласно Правилам дорожного движения не должна быть более 3,8 м, ширина — не более 2,5 м. Также запрещается перевозить грузы, выступающие за задний борт или край платформы более чем на 2 м. Крайние точки груза, выступающего за габаритные размеры транспортного средства спереди и сзади более чем на 1 м и по ширине более чем на 0,4 м от внешнего края, должны быть обозначены днем сигнальными щитками или флажками, а в темное время суток и в других условиях недостаточной видимости — светоотражающими приспособлениями и фонарями белого цвета спереди, красного — сзади. Запрещаются погрузочные и разгрузочные работы, вызывающие шум, с 0 до 6 часов утра. Сыпучие и пылящие грузы (известь, цемент, торфяная крошка, уголь и др.), перевозимые в кузовах навалом, должны быть уложены и укрыты с таким расчетом, чтобы они не засоряли дорогу и не создавали запыленности воздуха.

Глава 9
ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАКТОРОВ

9.1. Организация технического сервиса в современных условиях

В условиях реформирования экономических отношений в России наблюдаются снижение объемов сельскохозяйственного производства, ухудшение состояния и старение машинно-тракторного парка, поэтому особенно актуальным становится совершенствование организации технического сервиса в агропромышленном комплексе (АПК). Вхождение России в мировой рынок требует новых подходов в организации технического сервиса машин в АПК. Для этого необходимо использовать опыт, накопленный как в нашей стране, так и в странах с развитой рыночной экономикой.

Развитие рыночных отношений привело к значительному увеличению расходов на ТО и ремонт машин, особенно для мелких сельских товаропроизводителей. Современный парк машин АПК России разнообразен, в нем имеется сложная и дорогостоящая техника. При этом в сельском хозяйстве используется свыше 50 % техники, прошедшей ТО и ремонт.

Техническое обслуживание и ремонт являются вынужденными и необходимыми условиями поддержания техники в работоспособном состоянии, особенно в последнее время, когда значительно сократились поставки техники селу.

В АПК отмечается снижение инженерного обеспечения, причем более интенсивно, чем в промышленности. В связи с сокращением парка тракторов увеличивается нагрузка на технику, вследствие чего повышаются затраты на поддержание ее в работоспособном состоянии. Снижение работоспособности машин ведет к нарушению агротехнических сроков и, следовательно, к потере урожая.

Опыт многих зарубежных стран с развитой рыночной экономикой показывает, что наиболее рациональная форма организации ТО и ремонта машин в сельском хозяйстве — дилерская система. При этом, как показали исследования, используют одноуровневый маркетинговый канал, что сокращает число посредников между заводом-изготовителем и сельским товаропроизводителем и делает снабжение более оперативным. Предприятия технического сервиса решают задачи маркетинга, лизинга и т. п.

Технический сервис машин в АПК России проводят дилерские пункты, фирменные станции технического обслуживания, машин-

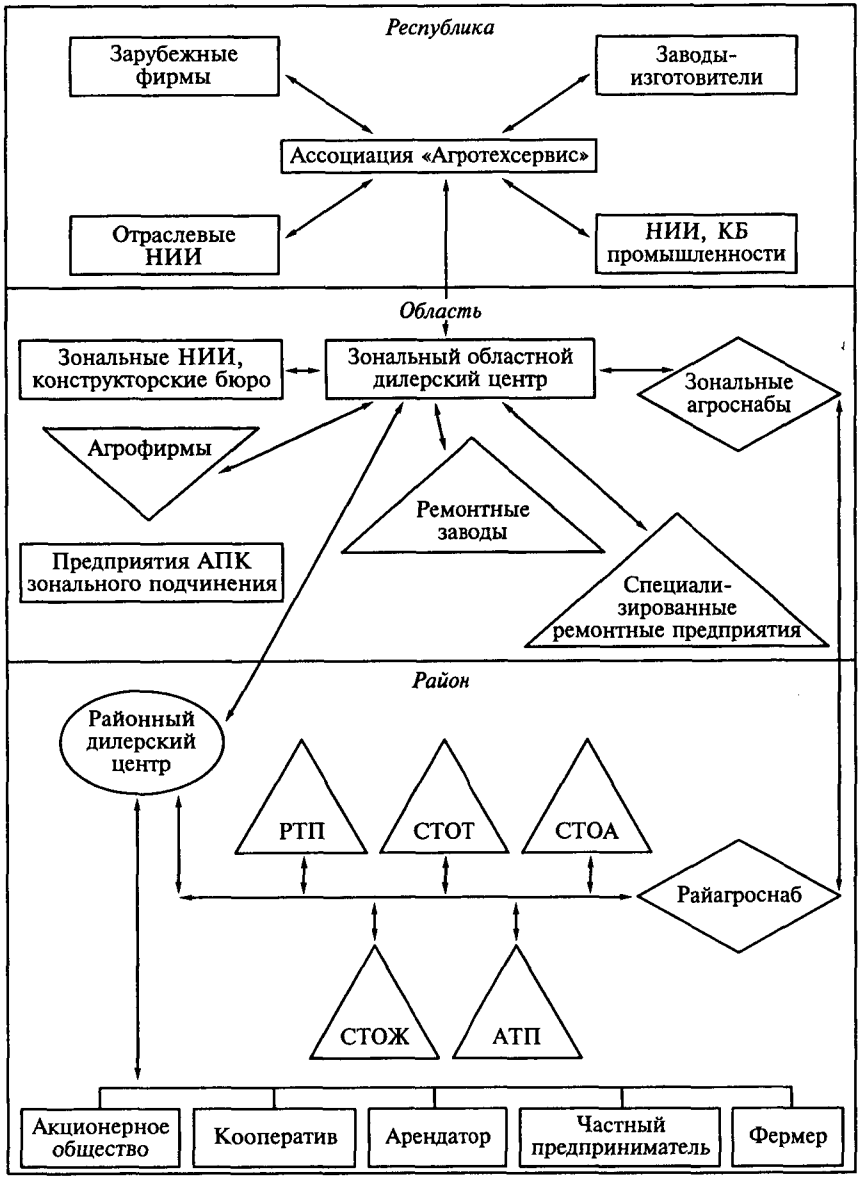


Рис. 9.1. Система технического сервиса в агропромышленном комплексе России на основе дилерской службы:

АТП — автотранспортное предприятие; РТП — ремонтно-техническое предприятие; СТОА — станция технического обслуживания автомобилей; СТОЖ — станция технического обслуживания машин и оборудования животноводческих ферм и комплексов; СТОТ — станция технического обслуживания тракторов

но-технологические станции (МТС), специализированные ремонтные предприятия, снабженческие организации (рис. 9.1). Разработаны концепции региональных центров, основанные на принципах организации фирменного сервиса, задачей которых являются сосредоточение высокопроизводительной техники и ее эффективное использование, а обслуживаемыми объектами фермерские хозяйства, предприятия, индивидуальные владельцы.

Закономерностью является потребность в ТО и ремонте как импортной техники, так и отечественной. Технический сервис включает в себя следующий комплекс услуг: изучение потребностей и платежеспособного спроса потребителей на машины и услуги; оказание информационно-консультационных услуг; обеспечение потребителя машинами, оборудованием, запасными частями; предпродажная подготовка машин, монтаж, работы по пуску и наладке технологических комплексов; обучение потребителей правилам эксплуатации машин и оборудования; диагностика и техническое обслуживание машин; ремонт машин, включая доставку; организация услуг по аренде, прокату; проведение механизированных работ и т.д.; создание материально-технической базы для ремонта, ТО и др.

Система организации технического сервиса в России базируется на определенных принципах, прежде всего исходя из приоритета производителей сельскохозяйственной продукции. Материально-техническую базу предприятий технического сервиса в основном составляют объекты ремонтно-обслуживающих производств. Разнообразие исполнителей технического сервиса (дилерские пункты, МТС и т.д.) создает рынок услуг и конкуренцию. Взаимоотношения заводов-изготовителей и исполнителей технического сервиса и товаропроизводителей строятся на экономических интересах. Допускается участие зарубежных фирм-изготовителей в техническом сервисе машин, применяемых в сельском хозяйстве. По данным ГосНИТИ, при рациональной организации технического сервиса на 8...12 % сокращается время на ТО и ремонт, на 20...28 % увеличивается наработка на трактор и на 34...46 % повышается его производительность.

Система организации технического сервиса должна обеспечивать высокую готовность машин, максимальную наработку техники, грамотное обслуживание и эксплуатацию, соблюдение интересов товаропроизводителей, подготовку кадров.

Организация технического сервиса в новых экономических условиях требует научного подхода и новых форм, обеспечивающих эффективное использование имеющейся материально-технической базы сельскохозяйственных производителей.

Потребность в техническом обслуживании тракторов. В процессе эксплуатации на трактор воздействуют различные факторы, влияние которых на техническое состояние его составных частей и сбо-

рочных единиц может оказаться существенным. За весь срок службы трактора наблюдается непрерывное изменение его технического состояния, что происходит в результате протекания таких процессов, как:

старение (в первую очередь резиновых материалов, активных элементов аккумуляторных батарей и др.);

коррозия поверхностей металлов;

механический износ отдельных частей или участков деталей;

усталость металла (возникает при неправильной сборке, неправильной эксплуатации и т.д.);

нарушение регулировок (выражается в изменении взаимного расположения отдельных деталей в основном вследствие механических износов);

аварийные износы и поломки (обычно возникают вследствие нарушения регулировок, старения, коррозии и других изменений материала и взаимного расположения деталей);

изменение состава и свойств масел (происходит под воздействием высоких температур, контакта с горячими газами и др.);

образование отложений и отстоев (в камере сгорания и выпускной трубе двигателя могут быть отложения в виде коксовых образований и др.).

Техническое обслуживание тракторов включает в себя работы по предотвращению или замедлению качественных изменений материалов, из которых изготовлен трактор, периодическое восстановление регулировок, заправку, смену и добавку соответствующих жидкостей (топливо, масло, электролит и др.).

Техническое состояние трактора. Состояние машины может быть различным. *Исправное состояние* характеризуется тем, что изделие удовлетворяет всем требованиям технических условий, определяющим его качество; в противном случае состояние неисправное. Свойства изделия, характеризующие возможность нормально выполнять возложенные на него функции в определенных условиях эксплуатации, называются основными.

Работоспособное состояние означает, что изделие может нормально выполнять заданные функции с параметрами (в пределах допуска), установленными требованиями технической документации.

При определении работоспособности имеются в виду основные требования, характеризующие нормальную работу изделия в данных условиях; при определении же неисправности имеются в виду как основные, так и другие требования к изделию и условиям его эксплуатации. Если изделие исправно, оно будет работоспособным, однако работоспособное изделие может быть и неисправным. Например, если помята облицовка трактора или повреждена его окраска, трактор не потерял свою работоспособность, ибо он отвечает всем требованиям, относящимся к основным параметрам:

сохранились его скорость, управляемость, проходимость, в норме остаются расход топлива и развиваемая мощность. Но отдельные его части (сборочные единицы) находятся в неисправном состоянии, ибо нарушено требование, хотя и не основное, относящееся к их внешнему виду.

Отказ — это событие, приводящее к полной или частичной утрате работоспособности изделия, т. е. связанное с нарушением основных параметров, характеризующих его нормальную работу. Сборочные единицы или детали, вызывающие отказ или неисправность машины, называют дефектными. Следует иметь в виду, что под отказом понимают событие, а неисправность или дефектность определяет состояние изделия или входящих в него деталей и сборочных единиц.

Различают неисправности, не приводящие к отказам, и неисправности (и их сочетания), вызывающие отказы изделий.

Частичный отказ означает, что изделие перестает выполнять какую-либо одну (или несколько) из своих основных функций, продолжая в то же время работать и нормально выполнять все остальные функции.

Полный отказ характеризуется тем, что изделие перестает выполнять все свои основные функции.

Ресурсные отказы — отказы, в результате которых необходим капитальный ремонт изделия.

Нересурсные отказы не требуют капитального ремонта.

В зависимости от причин возникновения рассматривают отказы трех характерных типов: приработочные, внезапные и износные, которые различают по физической сущности и способам их устранения и предупреждения.

Приработочные отказы происходят в начальный период работы изделия. Причиной их в большинстве случаев являются наличие в изделии дефектных элементов, нарушение технологии сборки, монтажные ошибки. Элемент изделия, как правило, отказывает, когда нагрузка на него превосходит расчетную.

Внезапные отказы возникают вследствие неожиданной концентрации нагрузок (причин, условий), превышающих допустимые. Физический смысл внезапного отказа сводится к тому, что после некоторого, сравнительно быстрого количественного изменения какого-либо параметра в элементе происходят качественные изменения, в результате которых он теряет свои важнейшие свойства, необходимые для нормальной работы изделия. К таким отказам можно отнести неожиданные поломки. Возникновение приработочных и внезапных отказов носит случайный характер.

Износные отказы зависят главным образом от длительности работы изделия и увеличиваются при несоблюдении правил его эксплуатации. Физический смысл их сводится к тому, что в результате постепенного, сравнительно медленного количественного из-

менения того или иного параметра элемента этот параметр выходит за пределы, предусмотренные техническими условиями.

Под *изнашиванием* понимают процесс постепенного изменения параметров изделия, вызываемый действием механических, тепловых и других нагрузок (в зависимости от режима работы), а под *старением* — процесс постепенного и непрерывного изменения параметров изделия независимо от режима работы.

Надежность — одно из важнейших свойств, характеризующих качество изделия (машины). В соответствии с ГОСТ 27.002—89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения» под надежностью понимают свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, ТО, хранения и транспортирования. Чем ответственнее функции, выполняемые машиной, тем выше требования, предъявляемые к ней в процессе функционирования. От надежности работы машины зависит качество выполняемых работ, их себестоимость, а также безопасность, безвредность и удобство обслуживания, а в конечном итоге и качество производимой продукции. Недостаточная надежность приводит к большим затратам на ремонт и поддержание машины в работоспособном состоянии в течение предусмотренного срока службы, которые могут даже превышать первоначальную стоимость машины. Надежность машины во многом зависит также от условий эксплуатации, режимов работы, качества ТО и ремонта. Надежность изделия обусловливается безотказностью, долговечностью, ремонтопригодностью и сохраняемостью.

Безотказность — свойство изделия непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или наработки. Безотказность изделий характеризуется частотой появления отказов.

Долговечность — свойство изделия сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе ТО и ремонта. Предельное состояние изделия определяется невозможностью дальнейшей эксплуатации, обусловленной снижением эффективности, требованиями безопасности и др. Показатели предельного состояния указывают в технической документации.

Ремонтопригодность — свойство изделия, заключающееся в его приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем ТО и ремонта.

Сохраняемость — свойство изделия сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции в течение и после хранения и (или) транспортирования.

Надежность машины закладывается при ее разработке, обеспечивается в производстве и поддерживается при эксплуатации.

9.2. Основные положения системы технического обслуживания тракторов

Долговечную и надежную работу машин обеспечивает планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта (ППР).

Система технического обслуживания и ремонта машин является комплексом взаимосвязанных мероприятий, которые определяют технологию и организацию проведения работ по ТО и ремонту машины для конкретных условий эксплуатации с целью обеспечения необходимых показателей качества, предусмотренных соответствующей нормативно-технической документацией.

Плановой система называется потому, что все виды ТО проводят после строго установленного времени работы машины или после выполнения ею определенной наработки по заранее составленному плану-графику.

Предупредительной система считается потому, что она предусматривает строго регламентированную периодичность и обязательный состав технологических операций, которые предупреждают возникновение технических неисправностей, повышенных или аварийных износов и поломок деталей машин.

Техническое обслуживание — основной элемент ППР, представляющий собой комплекс операций, выполняемых через определенные периоды работы машины с целью обеспечения ее нормального технического состояния и экономной работы, предупреждения преждевременного износа, нарушения регулировок и появления неисправностей в агрегатах машины. Машины, не прошедшие очередного ТО, к работе не допускают.

Вид технического обслуживания — это комплекс операций ТО для машины данной марки в конкретных условиях эксплуатации, выполняемых через определенный интервал наработки. Вид ТО может быть плановым, когда его проводят через строго определенное время работы, и специальным.

Перечень операций ТО тракторов конкретных марок разрабатывают с учетом конструктивных особенностей, применяемых масел и смазочных материалов, а также условий эксплуатации. Содержание, методы и применяемые средства ТО должны быть технически и экономически обоснованы.

При проведении ТО тракторов необходимо соблюдать санитарные правила организации технологических процессов и гигиенические требования к производственному оборудованию. Ответственными лицами за своевременное, качественное и в полном объеме проведенное ТО являются руководитель и главный инженер организации, эксплуатирующей тракторы. Техническое обслуживание нужно выполнять в соответствии с техническим описанием и инструкцией на эксплуатацию заводов-изготовителей и нор-

мативно-технической документацией на ТО для машин конкретных марок.

Документация. К нормативно-технической документации относится эксплуатационная конструкторская документация на сельскохозяйственную технику, которая включает в себя следующие документы: техническое описание; инструкция по эксплуатации; формуляр; паспорт. *Техническое описание* содержит устройство, принцип действия и техническую характеристику машины. В *инструкции по эксплуатации* даны сведения, необходимые для правильного использования и ТО машины. *Формуляр* характеризует основные параметры и технические данные машины, сведения по ее эксплуатации и техническому состоянию. В *паспорте* приведены основные характеристики и параметры машины, а также гарантийные обязательства завода-изготовителя. В формуляре и месячном плане-графике проведения ТО нужно отмечать выполнение каждого вида ТО с указанием даты и ответственного лица, проводящего обслуживание, а также наработку тракторов или машин с момента начала эксплуатации.

Периодичность технического обслуживания. Система ТО машин включает в себя следующие элементы: приемка; обкатка; ежесменное, периодическое и специальное обслуживание; технические осмотры; диагностирование; хранение.

Приемка машин заключается в осмотре с целью проверки наличия пломб, инструмента и запасных частей, комплектности машины, а также ее состояния. При выявлении некомплектности каких-либо деталей или инструмента, а также серьезной неисправности сборочных единиц составляют акт, который служит основанием для предъявления претензий (рекламаций) заводу-изготовителю или ремонтному предприятию.

Обкатка машин проводится после проведения технического осмотра, необходимой подтяжки болтовых соединений и устранения выявленных подтеканий или других неисправностей. В процессе обкатки происходит приработка сопряжений машины, что обеспечивает ее нормальную последующую эксплуатацию.

Обкатку начинают с холостых режимов работы двигателя и машины, затем нагрузочный режим постепенно увеличивают и доводят до установленного предела. Весьма важно правильно установить первоначальный режим обкатки, так как при этом интенсивность изнашивания наиболее высока. Продолжительность и режим обкатки машины каждой марки изложены в инструкции завода-изготовителя. После обкатки составляют акт о передаче трактора в эксплуатацию, в котором отмечают продолжительность и режимы обкатки, расход топлива за этот период и выполненную работу.

При эксплуатационной обкатке машины проводят ТО, которое состоит из нескольких этапов: при подготовке к обкатке, в процессе обкатки и по окончании обкатки. При этих видах ТО в ос-

новном проверяют и подтягивают крепежные соединения; проверяют и при необходимости дозаправляют маслом картеры соответствующих сборочных единиц; проверяют натяжение ремней, механизмы управления, гусеницы, давление в шинах и др.

Периодический технический осмотр проводят с целью соблюдения правил эксплуатации машин, ТО и хранения. При периодическом осмотре определяют техническое состояние машин и потребность в ремонте, устанавливают возможность дальнейшей эксплуатации машин и агрегатов. При периодическом техническом осмотре следует применять диагностирование машин и агрегатов.

Технические осмотры осуществляют 1 — 2 раза в год в нормативные сроки. Назначение технических осмотров — определение технического состояния и выявление остаточного ресурса машин. Осматривает машины специальная комиссия с участием персонала, работающего на данном предприятии.

Техническое обслуживание тракторов и самоходных шасси состоит в следующем (ГОСТ 20793—86 «Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание»).

Ежесменное техническое обслуживание (ЕО) проводится через каждые 8... 10 ч работы трактора и заключается в наружной очистке и проверке наружных креплений; устранении подтеканий топлива, охлаждающей жидкости и электролита; проверке уровня (и дозаправке) масла, топлива и охлаждающей жидкости в картерах и баках (электролита в аккумуляторных батареях); проверке работы контрольных приборов и механизмов. Ежесменное ТО выполняют в начале или конце смены.

Первое техническое обслуживание (ТО-1) включает в себя операции ЕО, а также дополнительные по проверке и подтяжке наружных креплений, смазыванию сборочных единиц, очистке фильтров, проверке и регулировке механизмов.

Второе техническое обслуживание (ТО-2) содержит операции ТО-1, а также дополнительные по смене масла с промывкой картера двигателя, регулировке и смазыванию сборочных единиц и механизмов и частичному (поэлементному) диагностированию технического состояния трактора.

Третье техническое обслуживание (ТО-3) включает в себя операции ТО-2 и дополнительные по регулировке сборочных единиц и механизмов трактора с их очисткой, промывкой и смазыванием. При ТО-3 проводят общее диагностирование технического состояния трактора, чтобы установить возможность его дальнейшей эксплуатации или необходимость и срок поставки на ремонт. Сложные регулировки топливной аппаратуры, электрооборудования и гидравлической системы трактора выполняют в мастерских, имеющих соответствующее оборудование. Разбирать двигатель, трансмиссию и сборочные единицы гидравлической системы тракторов в полевых условиях не допускается.

Периодичность ТО тракторов и самоходных шасси установлена в часах работы (ТО-1 — через 125 ч, ТО-2 — через 500 ч, ТО-3 — через 960 ч независимо от их марки) или в массе израсходованного топлива. Отклонение фактической периодичности (опережение или запаздывание) выполнения ТО-1, ТО-2, ТО-3 от установленной допускается до 10 %.

Все операции ТО по принципу их технологической однообразности разделены на следующие шесть групп: очистительно-моечные; крепежные; контрольно-диагностические; регулировочные; заправочные; смазочные. Регулировочные и крепежные работы выполняют при необходимости, остальные — в обязательном порядке.

Сезонное техническое обслуживание (СО) выполняют при переходе к осенне-зимнему или весенне-летнему периодам эксплуатации. При СО предусматривают замену летних сортов топлива и масел зимними или наоборот, очистку радиаторов от накипи и ряд мероприятий по нормализации теплового режима двигателя при пуске, работе на кратковременных остановках, а также технический осмотр.

9.3. Особенности эксплуатации тракторов в специфических условиях

Территория России состоит из различных природно-климатических зон, каждая из которых имеет особенные метеорологические и почвенные условия. Для одних зон характерны длительные периоды холодного времени года в условиях снежного покрова, для других — жаркие периоды с каменистыми или песчаными почвами. Обеспечение эффективной эксплуатации тракторов в специфических условиях обусловливает необходимость применения специальных мероприятий при проведении ТО.

Особенности эксплуатации тракторов в холодное время года. С каждым годом в сельском хозяйстве возрастает объем механизированных работ, которые выполняют в холодное время года. Около 65 % автотракторного парка более 5 мес в году используют при температуре окружающего воздуха ниже 0 °С. Условия передвижения тракторов зимой не только по полям, но и по дорогам значительно тяжелее, чем летом (гололедица, снежные заносы).

С понижением температуры усложняются обслуживание тракторов, заправка их топливом, пуск двигателей и приемы вождения.

Износ цилиндропоршневой группы за каждый пуск тракторного двигателя в холодном состоянии эквивалентен износу за 8...11 ч его нормальной работы; при подогретом двигателе износ при пуске в 1,5—2 раза меньше.

Главным требованием правильной эксплуатации тракторных двигателей в холодное время года является применение зимних сортов топлива и масел. Лучше всего применять масла с пологой температурной кривой. Такие масла сравнительно легко прокачиваются и при пуске двигателя вызывают меньший износ его деталей. Еще одно не менее важное требование — использование вспомогательных средств для облегчения пуска двигателя без предварительного разогрева и с предварительным разогревом.

В первом случае следует использовать маловязкие загущенные масла, не требующие разогрева двигателя при температуре воздуха до –30 °С. Во втором случае двигатель разогревают непосредственно перед пуском или поддерживают его тепловое состояние в течение межсменной стоянки. Как предпусковой разогрев, так и межсменный подогрев можно осуществлять с помощью индивидуальных подогревателей, горячей воды, электрической энергии, газовых горелок и горелок инфракрасного излучения, горячего воздуха и пара и т.д. В ряде случаев вместе с разогревом или подогревом двигателя разогревают или подогревают и другие агрегаты машины.

При эксплуатации машин зимой, особенно в районах с низкими температурами, системы охлаждения двигателей заливают низкозамерзающими жидкостями (антифризами). Большое значение для борьбы с неисправностями имеет снабжение двигателей обезвоженным топливом, тщательное и регулярное удаление из системы питания, особенно из топливопроводов и отстойников, накапливающейся воды.

В картеры трансмиссии и ходовой части заливают (после тщательной промывки) смазочные материалы зимних сортов, а при отсутствии последних — летних сортов, разжиженные дизельным топливом. Для обеспечения надежной работы тормозов с гидравлическим приводом в условиях низких температур тормозная жидкость должна иметь температуру застывания не выше –65 °С.

При наступлении морозов в некоторых сборочных единицах машин изменяют регулировки согласно указаниям заводов-изготовителей. На картерах трансмиссий систематически проверяют сапуны и прочищают их набивку. Ежесменно из пневматического привода тормозов колесных машин удаляют конденсат, а гидравлические приводы тормозов перед заливкой тщательно промывают тормозной жидкостью.

Перед наступлением холодов поверхности фрикционных муфт промывают, так как смерзание грязных поверхностей быстро выводит муфты из строя и может привести к поломкам. По этим же соображениям во время стоянок машин фрикционные муфты и тормозные устройства выключают. Движение начинают осторожно, на низшей передаче.

Техническое обслуживание тракторов в особых условиях. При эксплуатации тракторов в особых условиях (низкие температуры,

песчаные, каменистые и болотистые почвы, пустыни и высокогорье) ТО проводится с учетом дополнительных требований.

При ТО трактора *при низких температурах*:

при температуре окружающего воздуха ниже –30 °С применяют дизельное арктическое топливо А по ГОСТ 305—82 «Топливо дизельное. Технические условия» и специальные сорта масел и смазочных материалов, рекомендуемые заводами-изготовителями;

в конце смены топливные баки полностью заправляют топливом;

из воздушных баллонов пневматической системы сливают конденсат;

систему охлаждения двигателя заправляют жидкостью, не замерзающей при низкой температуре окружающего воздуха.

При ТО трактора *в условиях пустыни и песчаных почв*:

двигатель заправляют маслом и топливом закрытым способом;

через каждые три смены масло в поддоне воздухоочистителя заменяют, центральную трубу воздухоочистителя проверяют и в случае необходимости очищают при каждом ТО-1;

через каждые три смены проверяют уровень электролита и при необходимости доливают дистиллированную воду в аккумуляторные батареи;

при ТО-1 проверяют качество масла в двигателе, натяжение гусениц; при необходимости заменяют масло, регулируют натяжение;

при ТО-2 промывают пробку топливного бака.

При ТО трактора *на каменистом грунте* ежесменно (визуально) проверяют отсутствие повреждений ходовой системы и защитных устройств трактора, а также крепление сливных пробок картеров двигателя, заднего и переднего мостов, бортовых редукторов, ведущих колес; обнаруженные неисправности устраняют.

При ТО трактора, эксплуатируемого *в высокогорных условиях*, изменяют цикловую подачу топлива и производительность насоса системы питания двигателя в соответствии со средней высотой расположения трактора над уровнем моря.

При ТО трактора *на болотистых почвах*:

ежесменно проверяют и при необходимости очищают от грязи наружную поверхность систем охлаждения и смазывания;

при работе в лесу трактор очищают от порубочных остатков;

после преодоления водных препятствий или заболоченных участков местности проверяют наличие воды в агрегатах трансмиссии и ходовой системы, а при ее обнаружении заменяют масло.

9.4. Организация и технология хранения тракторов

По причине сезонности большинства сельскохозяйственных работ тракторы в течение года имеют длительные нерабочие периоды. При неправильном хранении машин их естественный износ

(коррозия, коробление и другие виды повреждений и разрушений) происходит более интенсивно. Правильное хранение обеспечивает техническую сохранность машин и способствует сокращению затрат на ТО и ремонт во время эксплуатации.

Порядок и технические условия хранения тракторов определены ГОСТ 7751—85 «Техника, используемая в сельском хозяйстве. Правила хранения». Правила хранения обязаны знать и строго соблюдать руководители, специалисты и механизаторы сельскохозяйственных предприятий.

В зависимости от продолжительности хранения машин, агрегатов и сборочных единиц различают два вида хранения: кратковременное и длительное.

Кратковременное хранение организуют в период полевых работ для машин, которые временно (от 10 дней до 2 мес) не используют. На *длительное хранение* машины устанавливают после окончания сезона, а также в периоды, когда перерыв в работе продолжается более 2 мес. К кратковременному хранению машины подготавливают непосредственно после окончания работы, к длительному — не позднее 10 дней с момента окончания работы.

Существует три основных способа хранения машин и деталей (закрытый, открытый и комбинированный), которые обусловливаются конструктивными особенностями машин, природно-климатическими условиями, наличием соответствующих помещений или открытых площадок.

Закрытый способ хранения (в сарае, гараже, на складе) является наилучшим, так как позволяет надежно предохранять машины от атмосферных и климатических воздействий. *Открытый способ* характеризуется тем, что машины хранят на открытых площадках. *Комбинированный способ* применяют наиболее часто. Такой способ хранения сочетает в себе условия открытого и закрытого способов хранения. При установке машин на открытое хранение с них в обязательном порядке снимают все разрушающиеся в открытой атмосфере сборочные единицы и детали (аккумуляторные батареи, ремни из текстиля, втулочно-роликовые цепи и т. п.) и сдают на хранение в специально оборудованные помещения. При этом машины подвергают консервации и устанавливают на специальные подставки.

Организация хранения. Хранение — это комплекс организационных, экономических и технических мероприятий, позволяющих практически исключить вредные разрушающие и деформирующие воздействия на машину в нерабочий период.

К организационным мероприятиям относятся обеспечение и оборудование мест хранения; организация и оплата труда при хранении техники; ведение учета и ответственность за хранящиеся машины; создание условий безопасности и пожарной защиты.

К техническим мероприятиям относятся очистка и мойка машины; снятие сборочных единиц и деталей, подлежащих хране-

нию на складе; установка машины на подставки в отведенном месте хранения; нанесение защитных покрытий; герметизация отверстий и полостей машины; обслуживание машины в период хранения и снятие ее с хранения.

Ответственность за организацию хранения и сохранения машин по хозяйству в целом возлагается на руководителей и главных инженеров (инженеров-механиков), а в отделениях, фермах, бригадах, гаражах — на руководителей этих производственных подразделений. За хранение техники на машинном дворе отвечает заведующий машинным двором.

Перед постановкой на хранение проверяют техническое состояние машин и проводят очередное ТО. Машины нужно хранить по видам и маркам с соблюдением интервалов между ними для проведения профилактических осмотров. Минимальное расстояние между машинами в одном ряду должно быть не менее 0,7 м, а расстояние между рядами — не менее 6 м.

К хранению машин подготавливают специализированные звенья или механизаторов под руководством лица, ответственного за хранение (бригадир, механик, мастер-наладчик, заведующий машинным двором).

Постановку машины на хранение и снятие с хранения с указанием ее технического состояния и комплектности оформляют приемосдаточными актами или записью в специальном журнале. При складском хранении сдачу снятых с машин агрегатов, сборочных единиц, деталей, инструмента и принадлежностей оформляют описью, прилагаемой к приемосдаточному акту. К агрегатам, сборочным единицам, деталям, инструментам, принадлежностям или ящикам, в которых их хранят, прикрепляют бирки с указанием марки и хозяйственного номера машины.

Места хранения. Для хранения машин выделяют специальную территорию на центральных усадьбах при ремонтных мастерских, на машинных дворах или пунктах ТО сельскохозяйственных предприятий. Места хранения машин должны иметь помещения, гаражи, навесы и площадки с твердым покрытием; площадки для регулировки и комплектования машин и агрегатов; склады для хранения агрегатов, сборочных единиц и деталей, снимаемых с машин; площадки для списанной и подлежащей списанию техники; ограждение территории хранения; подсобные помещения для оформления документов; моечные площадки с эстакадой; посты и оборудование для нанесения антикоррозионных покрытий (защитных смазок, предохранительных составов, лакокрасочных покрытий); грузоподъемное оборудование, механизмы, приспособления и подставки для установки машин, противопожарное оборудование и инвентарь (противопожарные щиты, ящики, резервуары); освещение.

При выборе мест хранения учитывают природно-климатические условия, направление господствующих ветров (должно быть

вдоль машин), обеспечение отвода талых и дождевых вод (уклон 2...3°), расстояние от места работы в мастерской, особенности конструкции машин, потребность в ТО и т.д.

Согласно правилам противопожарной безопасности технику на хранение располагают не ближе 50 м от жилых и производственных помещений и не ближе 150 м от мест хранения огнеопасных материалов.

Для определения обеспеченности машин местами хранения целесообразно использовать показатель условного машиноместа, который представляет собой площадь, необходимую для хранения условной единицы техники. За условное машиноместо принята площадь, занимаемая условным эталонным трактором ДТ-75 и равная 7,78 (8) м^2.

Коэффициенты перевода сельскохозяйственной техники в условные машиноместа $K_{у.м}$ определяют как частное от деления габаритной площади $F_м$ конкретной машины на габаритную площадь $F_э$ трактора ДТ-75: $K_{у.м} = F_м/F_э$. Аналогично переводят в условные машиноместа площадь для хранения.

Обеспеченность производственной площадью для хранения сельскохозяйственной техники можно определить по формуле

$$О = \frac{У_п}{У_т} K100,$$

где О — обеспеченность площадью хранения, %; $У_п$ — производственная площадь для хранения техники, усл. машиномест; $У_т$ — наличие техники, усл. машиномест; K — коэффициент использования площади хранения.

Площадь F, необходимую для хранения определенной группы машин и всего машинно-тракторного парка, определяют по формуле

$$F = F_э \sum K_{у.м} n / K,$$

где n — число машин i-й марки.

Обеспеченность хозяйства средствами хранения можно представить как отношение производственной площади $F_ф$ для хранения техники, имеющейся в хозяйстве, к производственной площади, необходимой для хранения:

$$О = \frac{F_ф}{У_т F_э} K100.$$

Необходимые для расчета данные выбирают из технических паспортов тракторов и машин, справочника-каталога сельскохозяйственной техники и т.д.

Технология хранения тракторов. При кратковременном хранении машины устанавливают, как правило, комплектно, без сня-

тия с них агрегатов, сборочных единиц и деталей, перед постановкой машины на хранение проводят ТО. Систему питания машины полностью заполняют топливом. В холодное время года из системы охлаждения удаляют воду.

При хранении машин с пневматическими колесами сроком до 10 дней следует несколько повысить давление в шинах, а при сроке хранения более 10 дней — установить машину на подставки, снизив давление в шинах до 70...80 % номинального. У машин, установленных на подставки, между шинами и опорной поверхностью обязательно должен быть просвет не менее 80...100 мм, шины покрывают предохранительной смазкой, восковыми составами ЗВВД-13, ПЭВ-74 или алюминиевой краской.

Все отверстия и щели, через которые атмосферные осадки могут попасть внутрь агрегатов и сборочных единиц, закрывают крышками, пробками, заглушками или другими приспособлениями.

При длительном хранении технологический процесс подготовки включает в себя ТО машины (очистка, мойка, смена масла и смазывание подшипников); снятие с машины агрегатов и деталей, которые следует хранить в специально оборудованных складских помещениях; закрытие отверстий после снятия агрегатов и деталей и герметизацию корпусов, картеров и блоков машин, чтобы в них не проникала влага и пыль; добавление антикоррозионных присадок АКОР-1 или КП в масло; установку машины на подставки и подкладки в закрепленном за ней месте для хранения на машинном дворе; нанесение защитного смазочного материала на поверхность детали (ее консервация) и подкраску мест с поврежденным лакокрасочным покрытием.

Снятые с машин резиновые и резинотекстильные детали нужно хранить в затемненном, отапливаемом и хорошо вентилируемом помещении, в котором хранение нефтепродуктов и химикатов запрещается, аккумуляторные батареи — в прохладном помещении с приточно-вытяжной вентиляцией, сборочные единицы и детали из металла, древесины и текстиля — в сухом вентилируемом помещении.

Контроль и техническое обслуживание машин при хранении. Правильность хранения машин на открытых площадках и под навесами проверяют не реже 1 раза в месяц, а после сильного ветра, снегопада и дождя — немедленно, в закрытых помещениях — через каждые 2 мес. При этом проверяют установку машин, устойчивость, отсутствие перекосов и прогибов длинногабаритных деталей, комплектность, давление воздуха в шинах, отсутствие подтекания масла, надежность герметизации отверстий, состояние антикоррозионных покрытий и защитных устройств. Обнаруженные дефекты следует немедленно устранять.

Правильность хранения снятых агрегатов, сборочных единиц и деталей проверяют периодически, причем детали из резины и тек-

стиля каждые 2—3 мес проветривают, перекладывают, а при необходимости насухо протирают, припудривают тальком, дезинфицируют. В аккумуляторных батареях ежемесячно контролируют уровень и плотность электролита.

Снятие машин с хранения. По окончании хранения машину снимают с подставок и подкладок, расконсервируют — очищают от предохранительного смазочного материала, пыли и грязи, удаляют заглушки и другие герметизирующие устройства. Снятые агрегаты, сборочные единицы, детали, инструмент и принадлежности устанавливают на место, проверяют уровень и плотность электролита, при необходимости подзаряжают аккумуляторные батареи.

В тракторах и других машинах, имеющих двигатель, его прокручивают стартером или вручную при открытых отверстиях под форсунки или искровые свечи зажигания и судят об исправности механизмов. Заправляют машину топливом, маслом, охлаждающей жидкостью, пускают и прогревают двигатель, проверяют работу его механизмов. На малой скорости с поворотом в разные стороны и движении вперед и назад проверяют действие механизмов трансмиссии, ходовой части, рулевого управления.

9.5. Техническое диагностирование тракторов

В соответствии с ГОСТ 20911—89 *диагностирование* является составной частью ТО и ремонта машин и должно обеспечивать их проведение по фактическому техническому состоянию.

Под *техническим диагностированием* понимают определение технического состояния машины по характерным косвенным (диагностическим) показателям без разборки машины или ее сборочных единиц.

При диагностировании проверяют работоспособность машины в целом или ее составных частей с установленной достоверностью, отыскивают дефекты с заданной глубиной поиска, собирают исходные данные для прогнозирования остаточного ресурса. Для каждой машины должны быть установлены показатели работоспособности и перечень дефектов, определяющих ее работоспособность. На основе технического диагноза принимают решение о возможности дальнейшей эксплуатации машины, необходимом объеме ТО и ремонта. Решение должно отражать необходимость проведения конкретных работ по ТО; ТР машины или ее составных частей с указанием наработки до следующего ремонта по каждой составной части; КР машины или ее составных частей с указанием наработки до следующего ремонта.

Для принятия решения по ремонту следует использовать экономический критерий — минимум удельных издержек, учитывающий остаточный ресурс каждой составной части, средние издерж-

ки на предупредительное восстановление или на установление последствий отказа по ГОСТ 27.302—86 «Надежность в технике. Методы определения допускаемого отклонения параметра технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса составных частей агрегатов машин». Исходные данные для прогнозирования остаточного ресурса составных частей следует отбирать при каждом диагностировании. Значения параметров технического состояния и наработку составных частей заносят в технологическую документацию по диагностированию.

Задачи диагностирования. Эффективность обслуживания тракторов и других машин зависит от того, насколько объективно учитываются их техническое состояние и особенности конструкций. Определение состояния тракторов и прогноз дальнейших изменений параметров составляют задачу диагностирования. Диагностирование позволяет оценить техническое состояние конкретного трактора в данный момент, т.е. установить неисправности, определить сборочные единицы, сопряжения и детали, нуждающиеся в ТО или ремонте, их остаточный ресурс и основные эксплуатационные показатели (мощность, расход топлива и т.п.).

Создание, серийное производство и широкое внедрение средств диагностирования позволяют целенаправленно решать важную проблему управления техническим состоянием тракторов. Такое

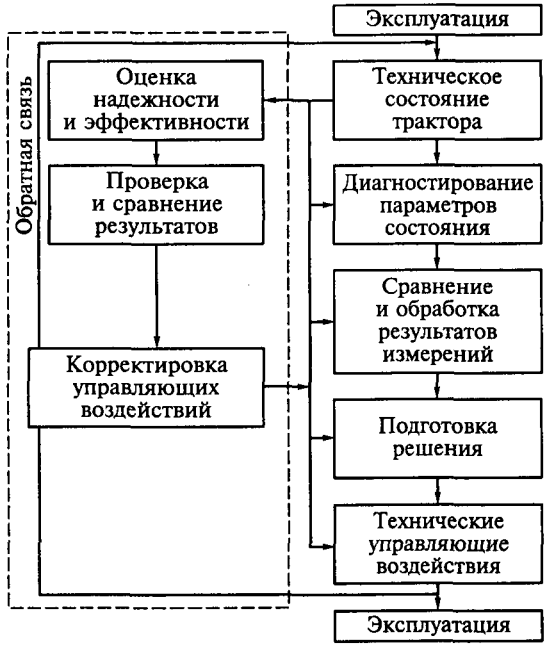


Рис. 9.2. Схема управления техническим состоянием трактора

управление предусматривает измерение параметров и оценку качественных признаков состояния трактора и его составных частей; обработку результатов диагностирования и сравнение полученных данных с допустимыми значениями параметров; выявление остаточного ресурса сборочных единиц и агрегатов; назначение вида, объекта ремонта и наработки до его проведения; восстановление до допустимого уровня параметров технического состояния трактора (рис. 9.2). Обратная связь обеспечивает получение данных о показателях надежности и эффективности тракторов в процессе эксплуатации, проверку результатов управления путем сравнения ожидаемых и фактически управляемых показателей с целью получения наименьших отклонений, выявленных при сравнении.

Современные методы технической диагностики позволяют воздействовать не только на состояние тракторов, но и на систему их ТО. Именно это служит обязательным условием перехода к более прогрессивной системе ППР *по фактическому состоянию.* Плановость усматривается в регламентном (по выработке, расходу топлива или времени работы) техническом контроле тракторов.

Задачи проверки работоспособности тракторов, их сборочных единиц и агрегатов состоят в выявлении (без указания места и причины) определенной совокупности дефектов и неисправностей при диагностировании по обобщенным параметрам в процессе ТО и ремонта. Задачи поиска дефектов (неисправностей) после установления факта неработоспособности трактора или его составных частей заключаются в выявлении места, вида и при необходимости причины конкретного отказа.

Таким образом, техническое диагностирование выполняет три основные задачи: получение данных о состоянии тракторов и их сборочных единиц; обработка и анализ этих данных; подготовка или принятие решения о проведении профилактических операций или ремонта.

Не менее перспективным направлением является также повышение контролепригодности объектов диагностирования. Даже незначительное улучшение свойств контролепригодности тракторов позволяет в 2—3 раза сократить затраты средств на их ТО и ремонт. Повышение контроля пригодности в первую очередь решается путем уменьшения вспомогательной трудоемкости на присоединение и отъединение диагностических средств, на что в настоящее время затрачивается до 80 % оперативного времени.

Классификация методов диагностирования тракторов. По принципу использования в сельскохозяйственном производстве диагностические средства классифицируют на передвижные, переносные и стационарные (рис. 9.3). Классификацию широко применяют при выборе и обосновании диагностических средств. Различают заводское технологическое, ремонтное, эксплуатационное и специальное диагностирование (рис. 9.4).

Рис. 9.3. Классификация диагностических средств по различным признакам

Рис. 9.4. Виды технического диагностирования машин

Заводское технологическое диагностирование предназначено для определения технического состояния деталей, сборочных единиц и механизмов трактора во время его изготовления, сборки и заводских испытаний.

Ремонтное диагностирование можно разделить на предремонтное, ремонтно-технологическое и послеремонтное. Задача предремонтного диагностирования заключается в том, чтобы определить техническое состояние трактора для выявления объема ремонтных работ. При ремонтно-технологическом диагностировании контроль отдельных деталей, сборочных единиц, механизмов нужно проводить во время их ремонта, сборки, обкатки и испытаний. Послеремонтное диагностирование направлено на определение качества ремонта.

Эксплуатационное диагностирование выполняют при полевых работах (перед, во время и после окончания работ, а также при появлении неисправностей) и при плановом ТО. Диагностирование агрегата до начала полевых работ дает возможность выявить его техническую готовность к выполнению работ. Особое внимание при этом нужно уделять общему техническому состоянию МТА и проверять показатели, характеризующие его способность выполнять свои функции.

Диагностирование МТА во время его работы чаще всего вызывается необходимостью контроля основных эксплуатационных показателей, например при нарушении технологического процесса и его качества. О состоянии МТА можно судить по производительности и качественным показателям технологического процесса.

Диагностирование МТА после работы следует проводить тогда, когда нужно решить вопрос о необходимости ТО или ремонта. В большинстве случаев для этого достаточно проанализировать работу МТА (наработка, условия работы, загрузка, эксплуатационные показатели, замечания механизатора и т. п.).

Довольно часто МТА простаивают из-за технических неисправностей. При этом не всегда неисправность проявляется открыто и обнаруживается визуально, чаще она неявная. Диагностирование неисправностей и их устранение — важный резерв сокращения простоев МТА при их эксплуатации.

При номерном ТО диагностирование нужно проводить перед ТО, чтобы конкретизировать объем профилактических работ, и после него, чтобы оценить качество ТО.

Специальное диагностирование (заявочное) проводят в случаях, когда требуется определить техническое состояние машины, на которой предполагается проводить исследования или нормирование, а также по заявкам механизаторов для выявления причин неисправностей. Сюда же можно отнести выборочное диагностирование для проверки готовности парка машин к сезонным работам (чаще всего перед посевной и уборочной кампаниями).

Рис. 9.5. Классификация диагностических средств по совокупности признаков

Научно-производственным объединением по тракторостроению (НПО «НАТИ») предложено классифицировать диагностические средства по совокупности признаков, выбрав в качестве основного монтажный признак (рис. 9.5) с учетом связей между остальными группами признаков (отношение к объектам диагностирования, периодичность наблюдения, признак мобильности и т.д.).

Согласно этой классификации встроенные диагностические средства позволяют измерять показания параметров технического состояния тракторов с помощью приборов или аппаратов, полностью вмонтированных в их конструкцию. Датчики и индикаторы и вся система передачи сигналов встроенных средств являются элементами конструкции диагностируемого трактора (амперметр, манометр и т.д.). Автономные диагностические средства дают возможность измерять показания параметров технического состояния машин без применения встроенных средств или встроенных датчиков (стетоскопы, анализаторы выпускных газов и т.п.). Смешанные диагностические средства позволяют измерять показания параметров технического состояния машин с помощью таких автономных средств, которые можно использовать лишь совместно с датчиками, встроенными в конструкцию тракторов. Автономные и смешанные средства бывают переносные, передвижные и стационарные.

Рассмотренные методы классификации могут служить основой для выбора и обоснования диагностируемых параметров, объема диагностических и профилактических работ. Естественно, что глубина диагностирования в каждом отдельном случае будет различной, поэтому для каждого вида диагностирования определится и система приборов (встроенные, автономные или смешанные).

Развитие технического диагностирования тракторов в сельском хозяйстве идет по следующим основным направлениям:

- создание диагностических средств (приборов) непрерывного наблюдения за техническим состоянием — всевозможных индикаторов, устанавливаемых в сборочные единицы и агрегаты и предназначенных для постоянного контроля и своевременного выявления потребности в ТО;
- создание комплектов приборов поэлементного диагностирования тракторов в эксплуатации, позволяющих периодически выявлять неисправности и потребность сборочных единиц и механизмов в ТО;
- создание приборов для комплексного диагностирования тракторов, позволяющих при выполнении сложного ТО выявлять неисправности и определять потребность в регулировках или ремонте, проверять эксплуатационные показатели и прогнозировать ресурс безотказной работы тракторов;
- разработка автоматизированных диагностических систем, позволяющих более экономно и эффективно проводить комплекс-

ную оценку параметров и прогнозировать техническое состояние тракторов.

Встроенные средства диагностирования. Установленные на тракторах приборы можно рассматривать не только как средства проверки работоспособности тракторных агрегатов, но и как средства их технического диагностирования. Оснащение тракторов встроенными контрольно-измерительными средствами приобретает все большее распространение. Практически на всех тракторах приборы контролируют три параметра: температуру воды, давление масла в двигателе, ток зарядки аккумуляторных батарей. На большинстве тракторов контролируются наработка в моточасах, частота вращения коленчатого вала двигателя, давление масла в гидравлической системе.

Создание индикаторов и оснащение ими всех выпускаемых промышленностью и находящихся в эксплуатации машин в сочетании с приборами эксплуатационного диагностирования позволяет принципиально изменить систему обслуживания и выполнять ТО по фактической потребности, что значительно повысит надежность и долговечность тракторов и резко сократит их простои на ТО, снизит эксплуатационные затраты труда и средств.

Целесообразность ТО по фактической потребности очевидна. Так, тракторный воздухоочиститель согласно правилам ТО очищают через 60 ч работы (через 30 ч при особой запыленности), в то время как потребность в этом в зависимости от условий работы наступает или несколько раньше (через 10...20 ч) или значительно позже (через 200 ч и более). Обслуживание воздухоочистителя через установленное правилами время работы без учета его фактического состояния часто приводит к усиленному износу деталей цилиндропоршневой группы или к лишним его разборкам.

Технология диагностирования тракторов. Процесс диагностирования сборочных единиц и агрегатов трактора состоит из трех этапов: подготовительного, основного и заключительного.

К *подготовительному этапу* относятся очистка и мойка трактора; установка на пункте ТО, внешний осмотр и занесение его результатов в контрольно-диагностическую карту; выполнение некоторых операций ТО; монтаж датчиков и измерительных приборов.

На *основном этапе* устанавливают необходимые режимы работы двигателя или трактора; измеряют параметры технического состояния сборочных единиц и агрегатов; заносят результаты измерений в контрольно-диагностическую карту.

На *заключительном этапе* ставят диагноз, в результате которого определяют характер и объем необходимых работ по поддержанию трактора в работоспособном состоянии; прогнозируют остаточный ресурс сборочных единиц и агрегатов; снимают приборы и датчики с трактора.

Операции ТО трактора на подготовительном этапе диагностирования необходимо выполнять в основном для того, чтобы повысить точность измерения параметров состояния. При определении характера и объема работ по поддержанию трактора в работоспособном состоянии в процессе постановки диагноза уточняют, какому виду ТО его следует подвергнуть: плановому или с устранением неисправностей, текущему или капитальному ремонту трактора или его отдельных агрегатов. При определении объема работ в контрольно-диагностической карте отмечают, какие регулировочные и другие профилактические операции следует выполнить, какие сборочные единицы или детали необходимо заменить для предотвращения неисправностей при ТО, а какие сборочные единицы — при ТР и т.д.

В целях наиболее оперативного снижения простоев МТА и повышения эффективности использования контрольно-диагностических средств периодическую плановую проверку состояния сборочных единиц и агрегатов тракторов приурочивают к очередному ТО. Регулировочные операции выполняют по необходимости согласно результатам диагностирования. Одновременно с выполнением предупредительных операций устраняют неисправности, обнаруженные при проверке состояния сборочных единиц и агрегатов трактора.

Важное условие высокопроизводительного и эффективного использования контрольно-диагностических средств — правильное распределение обязанностей между исполнителями.

При ТО-1 и ТО-2 все диагностические операции проводят мастера-наладчики. В контроле состояния и ТО трактора участвуют также тракторист-машинист и слесарь. Мастер-наладчик выполняет наиболее сложные контрольно-диагностические и регулировочные операции. Слесарь помогает ему и устраняет обнаруженные неисправности.

При ТО-3 и после межремонтной наработки сложные диагностические и некоторые регулировочные операции выполняет мастер-диагност. Кроме того, он анализирует результаты диагностирования, по которым устанавливает виды и объем работ по ТО и ремонту, определяет остаточный ресурс сборочных единиц и агрегатов трактора, заполняет контрольно-диагностическую карту. Слесарь помогает мастеру-диагносту устанавливать приборы для правильного определения технического состояния машин и устраняет обнаруженные неисправности. Тракторист-машинист выполняет в основном очистительно-моечные, крепежные, смазочные и заправочные операции и помогает мастеру-диагносту.

Перед началом выполнения контрольно-диагностических операций тракторист-машинист дает сведения мастеру-наладчику (при ТО-1 и ТО-2) или мастеру-диагносту (при ТО-3) о неполадках, обнаруженных им за время работы трактора после предыдущего

периодического ТО. Кроме того, перед ТО-3 и после межремонтной наработки мастер-диагност анализирует динамику расхода топлива и смазочных материалов и другие эксплуатационные показатели трактора.

При отсутствии явных признаков неисправностей диагностирование новых тракторов при первом ТО-3 проводить не рекомендуется, поскольку известно, что новые тракторы в большинстве случаев работают удовлетворительно в течение 2 000 мото-ч и более.

Общее техническое состояние трактора проверяют по окончании последней смены перед постановкой его на ТО и по окончании ТО. При возникновении неисправностей и отказов, требующих применения контрольно-диагностических средств, проводят причинное (внеплановое) диагностирование. Его следует начинать с элементов, которые часто отказывают и процесс диагностирования которых непродолжителен. Например, перегрев двигателя, сопровождаемый кипением воды в радиаторе, возможен в результате срезания шпонки крыльчатки водяного насоса, чрезмерного загрязнения сердцевины радиатора, ослабления ремня вентилятора и т. д. Из перечисленных неисправностей наиболее часто происходит ослабление ремня вентилятора, а на проверку его натяжения требуется очень мало времени. Поэтому выявление причин перегрева двигателя нужно начинать с проверки натяжения ремня вентилятора.

Если обнаружены неисправности и отказы, сначала устанавливают возможные причины их возникновения. Затем, исходя из предполагаемой причины неисправности (отказа), подбирают соответствующие контрольно-диагностические средства, при помощи которых дают заключение (ставят диагноз) о характере и существе неисправности.

Число неисправностей и соответствующих им причин в каждом конкретном случае может быть достаточно большим. Для обнаружения конкретной причины неисправности следует использовать характерные признаки.

Прогнозирование технического состояния и ресурса тракторов. При техническом диагностировании машин обычно прогнозируют допустимое изменение параметров состояния элемента (детали, сборочной единицы, машины) и его остаточный ресурс на основании информации о закономерностях изменения параметра и динамики его изменения в период, предшествующий прогнозу. Информация может быть получена для совокупности одноименных элементов или для одного конкретной элементов. В первом случае используют метод прогнозирования по среднему статистическому изменению параметра и его среднему квадратическому отклонению, во втором предсказывают изменение параметра конкретного элемента. Результаты прогнозирования всегда будут вероятными.

Обобщающим критерием для установления допустимых отклонений параметра, если последний не лимитируется условиями безопасности, качества работы и т.п., обычно принимают минимум удельных затрат на единицу наработки машины или условие обеспечения максимальной безотказности в течение заданной межконтрольной наработки.

Изменение большинства параметров, характеризующих техническое состояние машин, сборочных единиц и механизмов происходит, как правило, достаточно плавно, без резких скачков и может быть выражено в зависимости от времени (или наработки) в виде степенной функции

$$П = П_{нач} + ct^{\alpha},$$

где П — параметр технического состояния (износ, зазор, содержание механических примесей, мощность, расход топлива и т.п.); $П_{нач}$ — начальное значение параметра (при $t = 0$); t — время (или наработка); c — коэффициент пропорциональности; α — показатель степенной функции.

В зависимости от значения и знака коэффициента c и показателя степени α закономерности изменения параметра технического состояния машин от их наработки могут быть различными.

Среднестатистический остаточный ресурс $t_{ост}$ сопряжений механизмов определяют по выражению

$$t_{ост} = t_0\left(\sqrt[\alpha]{\frac{П_{lim} - П_{нач}}{П_i - П_{нач}}} - 1\right), \qquad (9.1)$$

где t_0 — наработка сопряжения с начала эксплуатации (или после ремонта до диагностирования); $П_{lim}$, $П_{нач}$ и $П_i$ — предельное, начальное и фактическое значение параметра соответственно.

Все значения величин в выражении (9.1) определяют как среднестатистические по результатам замеров большого числа одноименных элементов.

Для прогнозирования остаточного ресурса параметра конкретной машины используют данные о наработке между двумя (или более) проверками. Такой метод называется прогнозированием по реализации. В этом случае при использовании выражения (9.1) $П_{нач}$ выступает в качестве случайной величины, а коэффициент c определяют по результатам измерения параметра состояния конкретного элемента с учетом его наработки.

Если наработка с начала эксплуатации новой или капитально отремонтированной машины неизвестна, остаточный ресурс сопряжения определяют по выражению

$$t_{ост} = \lambda t'_{ост},$$

где λ — коэффициент износа:

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt[\alpha]{\frac{\Pi_i - \Pi_{нач}}{\Pi_{i-1} - \Pi_{нач}} - 1}} + 1,$$

где Π_i и Π_{i-1} — значения параметра, измеренные при последней и предыдущей проверках соответственно.

Условный остаточный ресурс

$$t'_{ост} = t_i \left(\sqrt[\alpha]{\frac{\Pi_{lim} - \Pi_{нач}}{\Pi_i - \Pi_{нач}}} - 1 \right),$$

где t_i — наработка между двумя проверками.

Кроме остаточного прогнозируют также гарантированный ресурс безотказной работы машины (сборочной единицы), который определяют по действительной закономерности изменения параметров состояния машины в конкретных условиях. По гарантированному ресурсу безотказной работы машины или параметра, имеющему в момент проверки (диагностирования) наименьшее значение, рассчитывают срок очередного диагностирования, приурочивая его преимущественно к периодическому (плановому) ТО.

По ГОСТ 27.302—86 установлены методы определения допустимого отклонения параметра технического состояния при разработке нормативно-технической документации на ТО, текущий ремонт и прогнозирование остаточного ресурса составных частей агрегатов машин.

Номенклатуру параметров технического состояния, по которым необходимо определять допустимое отклонение, а также перечень основных частей агрегатов машин, по которым необходимо прогнозировать остаточный ресурс, указывают в отраслевой нормативно-технической документации. В перечень включают только те составные части агрегатов, предельное состояние которых определяет их ресурс.

Допустимое отклонение параметра технического состояния из условия обеспечения максимальной безотказности определяют в том случае, когда отказ составной части связан с опасностью для человека или с другими тяжелыми последствиями.

Допустимое отклонение параметра технического состояния и остаточный ресурс составной части устанавливают на основании показателей ресурса, наработки и экономических характеристик ТО и ремонта составных частей.

В качестве *показателей ресурса и наработки* элемента применяют средний ресурс $t_{ср}$; коэффициент вариации ресурса v; наработку составной части от начала ее эксплуатации или от возобновления эксплуатации после ремонта до момента контроля $t_к$; межконтрольную наработку, т.е. наработку между одноименными видами ТО или ремонта, $t_м$.

В качестве *показателей параметра* технического состояния П используют номинальное значение $П_н$; предельное значение $П_п$; измеренное при наработке $t_к$ значение $П(t_к)$; изменение параметра $u(t) = П(t) - П_н$ при $t = t_к u(t) = u(t_к)$; изменение за период приработки $\Delta П$; предельное отклонение $u_п = П_п - П_н$; показатель степени α аппроксимирующей функции $u(t) = v_с t^{\alpha} + \Delta П$ ($v_с$ — коэффициент, характеризующий скорость изменения параметра технического состояния); среднее квадратическое отклонение σ_z фактического изменения параметра от аппроксимирующей степенной функции.

В качестве *экономических характеристик* ТО и ремонта применяют следующие показатели:

- средние издержки *В* на диагностирование составной части по данному параметру;
- средние издержки *С* на предупредительное восстановление, в которые входят издержки *В*, а также издержки на замену, регулировку, ремонт составной части с целью доведения параметра технического состояния до номинального значения;
- средние издержки *А* на устранение отказа составной части по параметру, в которые входят издержки *С*, а также издержки на транспортирование, дополнительные ремонтные работы и потери от простоя машины за период устранения отказа.

Значения показателей $П_н$ и $П_п$ указаны в отраслевой нормативно-технической документации. Рекомендации по определению показателей параметра технического состояния, ресурса и экономических характеристик составной части приведены в справочном приложении ГОСТ 27.302—86.

9.6. Организация ремонта тракторов

Организацию ремонта и планирование развития ремонтной базы тракторов в настоящее время осуществляют по следующим направлениям.

Первое направление основано на оптимальном размещении ремонтных предприятий с учетом себестоимости ремонта машин, агрегатов, узлов и восстановления деталей. Себестоимость принята за основной критерий при выборе наиболее рациональных схем организации.

В основе второго направления лежат специализация и концентрация производства, создание межобластных ремонтных предприятий. При этом рассматривают вопросы размещения предприятий, проектируют мощности новых предприятий, выясняют целесообразность дальнейшего функционирования существующих, обосновывают наиболее эффективные технологические и организационные схемы, уточняют направления специализации и оптимальные схемы кооперации.

Согласно третьему направлению ремонт рассматривают как движение системы, цепь преобразований ее состояния. При организации и проектировании ремонтного производства и технологического процесса предлагают учитывать все свойства процесса с целью получения максимального эффекта.

В основе четвертого направления лежат организационные вопросы ремонта машин в условиях нового хозяйственного механизма, повышения качества ремонта на специализированных предприятиях за счет покупки ремонтного фонда у хозяйств, что стимулирует повышение качества ремонта, развертывание оптовой торговли, обеспечение полной самостоятельности в сфере ремонтного производства. Новые методы хозяйствования требуют постоянного поиска нового в технологии, организации и экономике производства.

Реализация основных направлений развития технического сервиса должна базироваться на существующей ремонтно-обслуживающей базе, которая представляет собой комплекс предприятий, расположенных на данной территории и обеспечивающих выполнение всего объема работ по ТО и ремонту сельскохозяйственной техники.

Ремонтно-обслуживающая база сельскохозяйственной техники была организована для ремонта техники на различных уровнях хозяйственной деятельности в АПК (однако не всегда с учетом расположения основных заводов — изготовителей сельскохозяйственной техники) и имеет три уровня: база сельскохозяйственных предприятий, эксплуатирующих технику; база районных (межрайонных) объединений; база областных, краевых и республиканских объединений АПК России.

Объектами ремонтно-обслуживающей базы являются:

сельскохозяйственные кооперативы: центральные ремонтные мастерские, машинный двор, нефтесклады, посты заправки, передвижные средства ТО и ремонта; на отделениях — пункты технического обслуживания машинно-тракторного парка (ПТО МТП);

районные объединения: ремонтная мастерская общего назначения, СТО тракторов, технический обменный пункт; передвижные средства ТО и ремонта;

областные, краевые и республиканские объединения Министерства сельского хозяйства Российской Федерации: предприятия — заводы, специализированные мастерские и цехи — по капитальному ремонту тракторов, двигателей, гидроагрегатов, топливной аппаратуры, силового электрооборудования; производства по восстановлению изношенных деталей, изготовлению ремонтно-технического оборудования и др.

Тип и размер ремонтного предприятия во многом определяются назначением и почвенно-климатической зоной, в которой оно расположено.

Первый уровень ремонтно-обслуживающей базы тракторов — центральные ремонтные мастерские, которые находятся, как правило, в центральном отделении хозяйства и предназначены для проведения периодических технических обслуживаний ТО-2 и ТО-3, диагностирования и текущего ремонта тракторов. Мощность таких мастерских зависит от численности тракторного парка. Часто центральные мастерские строят по типовым проектам, рассчитанным, например, на 25; 50; 75; 100; 150; 200 тракторов.

Центральные ремонтные мастерские оснащают универсальным оборудованием для наружной очистки, металлорежущим оборудованием, кузнечно-прессовым, подъемно-транспортным, специальным ремонтно-технологическим оборудованием. В тех случаях, когда МТП хозяйства превышает 100 тракторов, центральные ремонтные мастерские должны иметь оборудование для капитального ремонта техники.

Пункты ТО создают в непосредственной близости от места работы МТП — в отделениях и бригадах хозяйств. На этих пунктах предусматривают площадки, навесы и гаражи для стоянки и хранения техники, оборудованные площадки для очистки и заправки, мастерскую пункта. Пункты ТО могут быть рассчитаны на 10; 20; 30 и 40 тракторов с соответствующим составом сельскохозяйственных машин.

Второй уровень — мастерские общего назначения, которые расположены, как правило, в районных центрах, поэтому их называют районными. Мастерские общего назначения предназначены для выполнения заказов хозяйств по текущему и капитальному ремонту тракторов всех марок и сложных сельскохозяйственных машин. Так как в мастерских общего назначения ремонтируют тракторы различных марок, то программу работы определяют в условных ремонтах. За единицу условного ремонта принимают трудоемкость 300 чел.-ч. Различают мастерские, рассчитанные на трудоемкость 400; 600; 800; 1 200 и 1 700 чел.-ч.

На СТО тракторов проводят ТО, диагностирование и ТР энергонасыщенных тракторов типа К-700, Т-150К, ЛТЗ-155, МТЗ-80 и -82. Такие станции создают на базе районных мастерских общего назначения. Имеются типовые проекты на 200; 400; 600; 800 тракторов. На СТО тракторов выполняют операции ТО-3, диагностирование, ТР на базе замены неисправных агрегатов новыми или отремонтированными.

Технические обменные пункты поставляют заказчикам отремонтированные машины, оборудование, сборочные единицы и детали в обмен на требующие ремонта. Принятые от хозяйств машины, сборочные единицы и детали передают в ремонт на специализированные предприятия и получают от них отремонтированные, на технических обменных пунктах проводят сборку, регулировку и обкатку новых машин и оборудования. Технические об-

менные пункты подразделяют на районные, областные, краевые и республиканские. Программу обменных пунктов составляют в грузооборотах за год (тыс. т). Имеются технические обменные пункты на 2; 3 и 4 тыс. т грузового оборота в год.

Третий уровень ремонтно-обслуживающей базы тракторов — специализированные предприятия (предприятия по ремонту тракторов или их шасси, специализация которых проводится по маркам, тяговому классу, типам тракторов). Ремонтируют двигатели, как правило, отдельно — на специализированных предприятиях по ремонту двигателей. Программу работы составляют в физических единицах тракторов или двигателей.

Ремонтно-механические заводы — высокоспециализированные межобластные или республиканские ремонтные предприятия с большой программой, оснащенные специализированным ремонтно-техническим оборудованием.

Деятельность предприятий технического сервиса координируют федеральные и территориальные административные органы.

Повышение стоимости сельскохозяйственной техники привело к уменьшению ее покупок хозяйствами. Трудности с реализацией заставляют изготовителей искать новые формы стимулирования потребителей к приобретению их продукции, к которым можно отнести фирменное обслуживание и ремонт.

Фермерские хозяйства страны не имеют ремонтной базы для ТО. Фермер приобретает только ту технику, на которую он получает все услуги по поддержанию ее в работоспособном состоянии на протяжении всего ресурса работы.

В ГосНИТИ разработана концепция развития технического сервиса ремонтных предприятий и торгово-сбытовых организаций, объединенных в Единый региональный технический центр, который будет обслуживать и ремонтировать сельскохозяйственную технику на договорной основе с изготовителем и потребителем.

Отдельные заводы создают сеть предприятий по фирменному обслуживанию своей техники, однако не все из них обладают такой возможностью из-за отсутствия материальных и трудовых ресурсов.

Для организации фирменного обслуживания и ремонта можно использовать зарубежный опыт, в частности США, с учетом особенностей экономики России. Зарубежные специалисты в области организации ТО и ремонта выделяют три основных направления обеспечения работоспособности техники: совершенствование конструкции машины с точки зрения надежности и ремонтопригодности; улучшение организации и технологии обслуживания и ремонта техники; уменьшение риска для клиента за счет гарантий качества. Второе направление связано с улучшением сферы обслуживания сельскохозяйственной техники, в частности с организацией послеремонтного обслуживания.

Анализируя организационные структуры таких развитых стран, как США, Великобритания, Германия, Нидерланды и др., можно выделить три звена: изготовитель, дилер, потребитель. Около 90 % компаний-изготовителей продают сельскохозяйственную технику, проводят ее ТО и гарантийный ремонт, поставляют запасные части через сеть независимых дилерских пунктов, что привлекает к ним больше клиентов. Не желая потерять доходы, они учитывают приверженность фермеров к определенным маркам товара.

Так, в США насчитывается около 7 000 дилерских пунктов, которые при работе с заказчиками руководствуются следующими основными принципами:

- клиент еще до начала ремонта получает точную оценку повреждений и перечень предстоящих работ;
- работы проводят только с согласия заказчика, который оплачивает лишь заказанные им виды работ;
- ремонт проводят специалисты высокой квалификации;
- клиент получает формуляр с указанием всех видов выполненных работ и времени, затраченного на каждую из них;
- стоимость работ оплачивают по твердым расценкам, с которыми дилер знакомит заказчика.

В России при организации дилерской службы следует учитывать, во-первых, наличие уже сложившейся ремонтно-обслуживающей базы, во-вторых, климатические условия, которые оказывают влияние на эксплуатацию и хранение техники. Специализированные ремонтные предприятия наряду с ремонтом отдельных марок машин могут выполнять посреднические функции между потребителями и изготовителями техники по ремонту отдельных узлов и агрегатов.

В условиях рынка кардинально меняется значение предприятий и фирм, производящих технику. Производитель должен держать машины под контролем и обслуживать их весь срок до списания. Заводы-изготовители должны быть заинтересованы в качественном техническом сервисе. Зарубежный потребитель не просто покупает машину, но также имеет гарантию на время ее эксплуатации. В этом случае интересы завода-изготовителя и специализированных ремонтных предприятий совпадают.

Формирование ремонтно-обслуживающей базы для организации технического сервиса на базе реформирования сложившейся структуры ремонтных предприятий России учитывает следующие основные направления:

- использование в сельском хозяйстве имеющихся ремонтно-обслуживающих предприятий с их техническим оснащением;
- техническое перевооружение и реконструкция действующих ремонтно-обслуживающих предприятий;
- вложение инвестиций в первую очередь в предприятия с эффективной экономикой;

• дифференцированный подход в организации дилерских служб с учетом географических условий расположения основных заводов — изготовителей машин в России.

Экономическая эффективность технического сервиса будет определяться разницей между затратами при оптовых поставках дилерами и фактическими затратами на технический сервис машин, а создание дилерской службы на базе действующих ремонтно-обслуживающих предприятий уменьшит капиталовложения и ускорит срок их окупаемости.

Методы и способы ремонта тракторов. Долговечную и надежную работу тракторов наряду с планово-предупредительной системой ТО обеспечивает и система ремонтов.

Текущий ремонт предусматривает устранение отказов и неисправностей сборочных единиц машин (оборудования) для обеспечения или восстановления их работоспособности в межремонтный период. Текущий ремонт содержит все операции, входящие в периодическое ТО, а также работы по частичной разборке машин и замене отдельных агрегатов и деталей (кроме базисных) новыми или отремонтированными. Периодичность ТР тракторов и самоходных шасси установлена в моточасах работы независимо от их марки (1 920 мото-ч) или в количестве израсходованного топлива отдельно для трактора каждой марки. Текущей ремонт выполняют по потребности при плановых технических обслуживаниях.

Капитальный ремонт предусматривает восстановление работоспособности и ресурса машин, утраченных ими при эксплуатации в пределах полного (или близкого к нему) ресурса новой машины. Капитальный ремонт характеризуется полной разборкой и сборкой машины, заменой новыми или восстановлением изношенных деталей (в том числе базовых), а также испытанием агрегатов и машины в целом. Периодичность КР для тракторов и самоходных шасси установлена в моточасах работы (5 760 мото-ч) или в количестве израсходованного топлива.

Текущий и капитальный ремонты отличаются трудоемкостью и источниками финансирования. Расходы на ТР относятся к текущим затратам, а на КР — к амортизационным отчислениям от первоначальной (балансовой) стоимости. Например, для тракторов они составляют 12 % годовых, в том числе 7 % на КР и 5 % на приобретение новых машин.

В сельском хозяйстве применяют обезличенный, необезличенный и агрегатный методы ремонта машин (ГОСТ 18322—78* «Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения»).

Обезличенный метод — это метод ремонта, при котором не сохраняется принадлежность восстановленных составных частей к определенному экземпляру изделия. При этом детали и комплектные группы машины обезличивают и после ремонта устанавлива-

ют на любую ремонтируемую машину данной марки. Обезличенный метод ремонта применяют на крупных специализированных предприятиях по ремонту отдельных агрегатов. Положительным для этого метода является значительное сокращение длительности пребывания машин в ремонте и снижение накладных расходов, отрицательным — то, что приработанные соединения, годные к дальнейшей эксплуатации, разукомплектовывают. В результате последующей приработки происходит быстрое изнашивание. Кроме того, не стимулируется сохранность машины.

При применении частично обезличенного ремонта базисные и дорогостоящие детали (рама, блок и т.д.) не обезличивают.

Необезличенный метод — это метод ремонта, при котором сохраняется принадлежность восстановленных составных частей к определенному экземпляру изделия. При таком методе все детали и комплектные группы, принадлежащие машине, после ремонта устанавливают на эту же машину. Необезличенный метод применяют при ремонте в мастерских хозяйств. Положительным для данного метода является то, что почти полностью используют все детали, имеющие износы в допустимых пределах (это стимулирует сохранность машины), отрицательным — то, что машина находится в ремонте длительное время. На предприятиях с большим объемом ремонтных работ необезличенный метод затрудняет организацию производства.

Агрегатный метод — это метод ремонта, при котором неисправные агрегаты заменяют на новые или заранее отремонтированные. (Под агрегатом понимают сборочную единицу, обладающую свойствами полной взаимозаменяемости, независимой сборки и самостоятельного выполнения определенной функции в изделиях различного назначения, например электродвигатель, редуктор, насос и т.д.)

При наличии соответствующего числа запасных деталей и агрегатов этот метод целесообразен в мастерских хозяйств. Особенно эффективен он для ремонта машин, работающих в уборочно-транспортных комплексах. Агрегатный метод применяют на специализированных ремонтных предприятиях, при которых создается оборотный фонд агрегатов и комплектных групп. Оборотный фонд используют в хозяйствах для замены изношенных агрегатов и комплектных групп на машинах, подвергающихся текущему ремонту в мастерских хозяйств, на специализированных ремонтных предприятиях — в целях бесперебойной и непрерывной работы предприятия.

При агрегатном методе значительно сокращаются сроки пребывания машины в ремонте, весь процесс ремонта сводится к разборно-сборочным работам, связанным с заменой агрегата, улучшается качество и снижается себестоимость ремонта в мастерских хозяйств, что очень удобно для фермеров.

На предприятиях применяют тупиковый и поточный способы ремонта машин.

При *тупиковом способе* ремонта машины разбирают и собирают на одном месте. В этом случае приходится транспортировать большое число деталей и агрегатов на рабочие места для их очистки, дефектации, а также для ремонта и восстановления. Тупиковый способ целесообразно применять при ремонте громоздких энергонасыщенных машин при относительно небольшом ремонте. Обычно его осуществляют в центральных ремонтных мастерских хозяйств.

При *поточном способе* ремонта машины разбирают и собирают на специализированных рабочих местах поточных линий с определенной технологической последовательностью и ритмом. Линии ремонта, сборки и обкатки агрегатов должны быть размещены в технологической последовательности. Поточный способ ремонта следует применять при большой производственной программе, а его элементы можно использовать в крупных мастерских хозяйств.

Технологические способы восстановления деталей. Согласно структуре технологического процесса ремонта машин и оборудования детали проходят такие общеремонтные операции, как очистка, дефектация и диагностирование и, в ряде случаев, соответствующий вид испытаний.

К восстановительным относят операции, связанные с технологическим воздействием, изменяющим геометрическую форму или внутреннее состояние материала деталей. Строго говоря, процессы изменения геометрии деталей и физико-механического состояния их материала нельзя рассматривать независимо один от другого, поскольку они представляют собой единый процесс изменения состояния детали. Однако их условное разделение удобно для анализа кинетики изменения состояния детали и выбора технологических средств воздействия, направленного на это изменение и ориентированного на компенсацию тех конструктивных и внутренних изменений, которые возникли в процессе эксплуатации деталей.

Для восстановления геометрической формы и размеров деталей применяют в совокупности следующие технологические операции: наращивание поверхностных слоев материала взамен изношенного; пластическое деформирование для устранения пластических деформаций эксплуатационного происхождения или для перераспределения материала на восстановление размеров изношенных участков детали; замена части детали и установка дополнительных элементов; удаление части материала разными способами обработки ее поверхностных слоев.

К операциям по восстановлению физико-механических свойств материала деталей следует отнести устранение макроскопических дефектов (например, выявленных очагов разрушения) и упрочнение материала тем или иным видом обработки (термическая, тер-

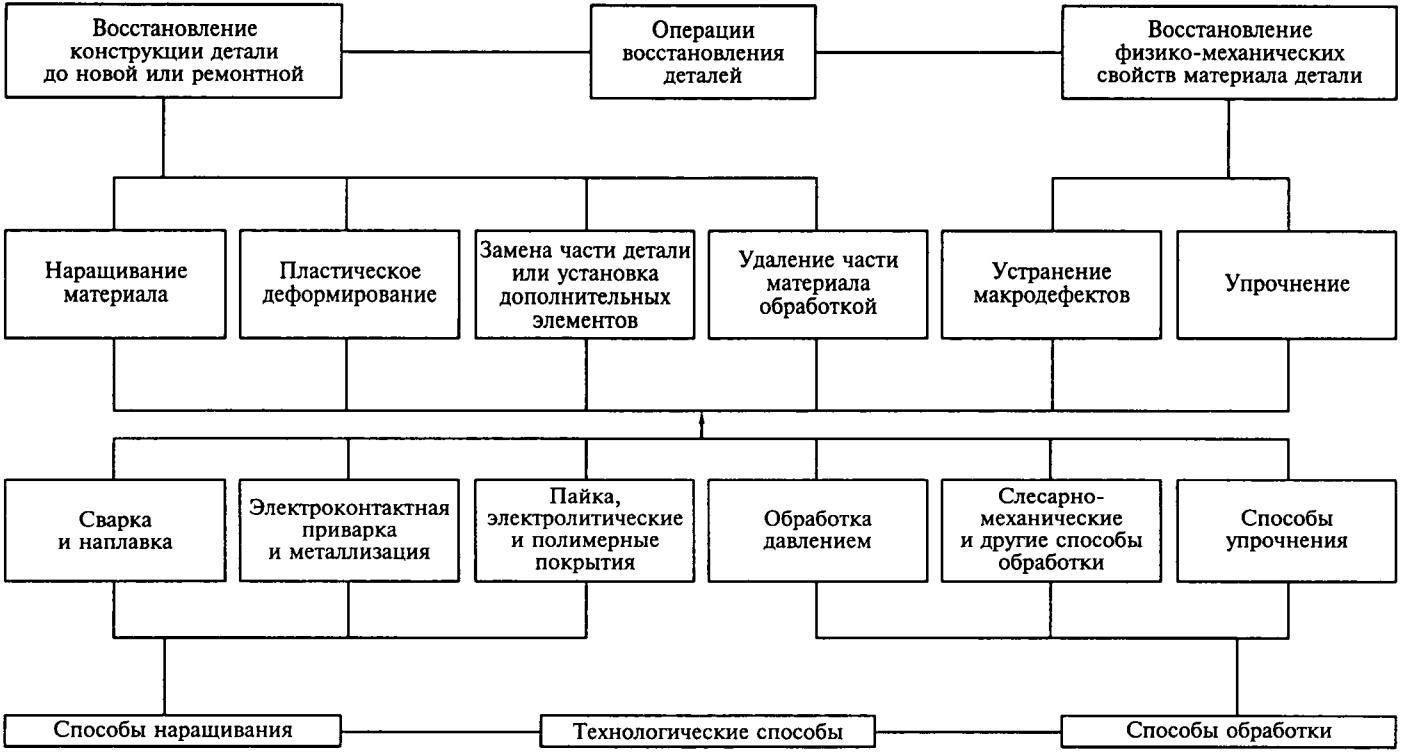


Рис. 9.6. Операции восстановления деталей и применяемые для этого технологические способы

момеханическая, наклеп и т.д.) для ослабления вредного действия микроповреждений в наиболее ответственных участках деталей.

Перечисленная совокупность операций восстановления деталей (рис. 9.6) может быть выполнена различными технологическими способами, которые можно представить (конечно, несколько условно) в виде двух групп: *способы наращивания* и *способы обработки*.

К первой группе относятся способы восстановления, при которых изношенный материал детали компенсируют нанесением других материалов, в том числе синтетических. Наиболее типичны для этой группы сварка и наплавка; напыление, металлизация и пайка; нанесение электролитических металлопокрытий и полимерных материалов.

Ко второй группе отнесены технологические способы, которые по сложившейся терминологии принято называть способами обработки, подразумевая не только способы обработки поверхности детали или их заготовок. Представители этой группы способов — обработка давлением; слесарно-механические способы обработки, в состав которых входят способы обработки поверхностей деталей и заготовок (например, фрезерование, шлифование и т.д.); электрические способы обработки, объединяющие в себе способы, связанные с использованием электрического тока (электрохимическая, анодно-механическая обработка и др.); способы упрочняющей обработки (термическая, термомеханическая, химико-термическая, поверхностно-пластическая обработка). Каждый приведенный на рис. 9.6 технологический способ фактически представляет собой группу конкретных способов, объединенных по какому-либо общему для них признаку. В качестве обобщающего признака используют, например, вид энергии (электрическая, химическая, механическая обработка и т.д.), физические явления (наплавка, напыление, осаждение, намораживание и т.д.), характерные технологические условия (трением, взрывом в вакууме), определяющие факторы (давление, вибрация) и т.д. Достаточно разнообразны по названиям совмещенные способы: электромеханические, электрохимические, газопрессовые и др.

В табл. 9.1 приведены примеры различных способов, применяемых в технологии восстановления деталей. Представленными примерами далеко не исчерпывается весь арсенал технологических способов, которые используются или могут быть использованы для выполнения операций по восстановлению деталей.

Достаточно обширна и наиболее специфична для ремонтного производства группа способов, с помощью которых обеспечивается наращивание изношенных деталей (рис. 9.7). Например, на долю электродуговой сварки и наплавки приходится 75...80 % валового объема и 90...95 % номенклатуры восстанавливаемых деталей сельскохозяйственной техники.

Таблица 9.1

Примеры технологических способов восстановления деталей

Группа способов	Примеры
Сварка (наплавка) плавлением	Электродуговая; электрошлаковая; под слоем флюса; в среде защитных газов; в среде водяного пара; вибродуговая; аргонодуговая; газовая; плазменная; литейная; лучевая (электронная, лазерная)
Сварка давлением	Электроконтактная; трением; взрывом; горновая; прессовая; диффузионная; ультразвуковая; индукционная; конденсаторная
Напыление	Плазменное; газоплазменное
Металлизация	Газовая, электрическая, высокочастотная; плазменная
Пайка	Мягкими, твердыми и алюминиевыми припоями
Электролитические металлопокрытия	Хромирование; железнение; никелирование
Использование синтетических материалов	Нанесение в псевдосжиженном слое; газопламенным способом; литьем под давлением; прессованием
Обработка давлением	Раздача; осадка; обкатывание; раскатывание; правка; вытяжка; высадка; электромеханическая обработка
Слесарно-механическая обработка	Припиловка; шабрение; притирка; фрезерование; шлифование; развертывание; штифтование; прогонка резьбы; постановка стягивающих и других элементов
Электрические способы обработки	Обработка анодно-механическая; электромеханическая; электроконтактная; электроимпульсная
Способы упрочняющей обработки	Обработка термическая; термохимическая; химико-термическая; поверхностно-пластическая; деформированием; алмазным инструментом; суперфинишная

Сварка — это процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном нагреве или пластическом деформировании, а также при совместном действии одного и другого. В связи с совместным действием нагрева и пластического деформирования принято различать сварку плавлением и давлением. В первом случае сваривают местным сплавлением металлов без приложения

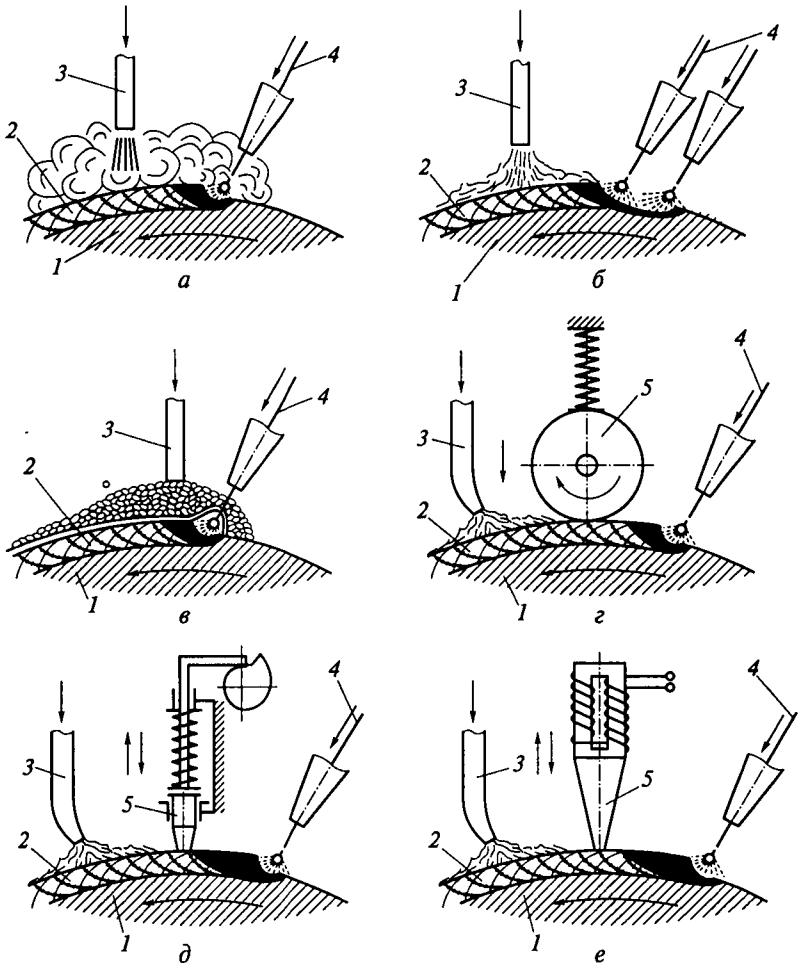


Рис. 9.7. Схема технологических приемов направленного воздействия на формирование структуры и свойств материала при электродуговой наплавке:

а — направка в среде защитных газов или водяного пара; *б* — двухэлектродная наплавка; *в* — наплавка под легирующим флюсом; *г* — упрочнение обкаткой роликом; *д*, *е* — упрочнение ультразвуковым инструментом; *1* — деталь; *2* — наращиваемый слой; *3* — устройства для подачи газов, флюса или охлаждающей жидкости; *4* — электрод; *5* — устройства по подводу механических воздействий

давления, во втором — совместным пластическим деформированием металлов под давлением.

Наплавка — это сварка плавлением, в процессе которой на поверхность детали наносится слой металла необходимого состава.

Достоинство наплавки — высокое качество сцепления в зоне сращивания наплавляемого слоя с основным материалом детали. Объясняется это благоприятными условиями, необходимыми для развития процесса кристаллизации наплавляемых материалов. Важнейшее условие обеспечения качественного сцепления заключается в том, чтобы кристаллы наращиваемого сплава «прорастали» как непосредственное продолжение кристаллической структуры основного материала детали. Помехой этому могут быть наличие инородных примесей в зоне контакта расплава с поверхностью детали и чрезмерно большое температурное различие между контактирующими поверхностями расплава и детали. Первая причина препятствует сближению однородных атомов и построению монолитных кристаллов. Механизм действия второй причины выражается в том, что при большом температурном перепаде фронт кристаллизации теряет устойчивость, вследствие чего возникает ряд выступов, «прорастающих» в виде сильно развитых дендритов.

Представленная картина реального процесса затвердевания расплавов в значительной степени упрощена и охватывает далеко не всю совокупность факторов, влияющих на кинетику процесса кристаллизации. Вместе с тем она позволяет сформировать минимальное число требований, которые должны удовлетворяться для получения сцепления между наращиваемым и основным материалом детали.

Первое условие требует удаления из зоны сращивания инородных примесей, что практически выражается в виде предварительной очистки поверхности, подготавливаемой под наращивание. Такая очистка может выполняться механически, химически (раскислением поверхностных оксидов), термически (высокотемпературным разложением оксидов) и т.д.

Второе из отмеченных условий, необходимых для обеспечения сцепления материалов в зоне их сращивания, требует близости значений температур контактирующих поверхностей расплава и детали. При дуговом способе наращивания имеются благоприятные условия для выполнения и второго требования по обеспечению качественного сцепления.

Следует отметить и отрицательные последствия от указанных факторов. Так, интенсивное тепловое воздействие дугового разряда на основной материал детали вызывает в нем существенные структурные изменения, приводящие к соответствующим изменениям физико-механических свойств. Одновременно с этим образуются внутренние напряжения в детали вследствие температурных и структурных деформаций, возникающих в его локальных участках, а также в затвердевающих слоях наплавляемого материала. При неблагоприятном сочетании изменения свойств материала с образующимися внутренними напряжениями возникает опасность появления микро- или макроразрушений.

9.7. Ремонтопригодность конструкции трактора

За последние годы в промышленности проделана большая работа по повышению ресурсов основных составных частей и сборочных единиц тракторов, увеличению их доремонтных ресурсов, снижению сложных отказов. В результате ресурсы тракторов до первого КР значительно повышены. В то же время среднегодовая плановая наработка тракторов имеет тенденцию к снижению. В этих условиях общее число КР тракторов и их сборочных единиц с каждым годом будет сокращаться, а по отдельным маркам тракторов вообще не потребуется проведение КР за полный срок службы. Несмотря на это, а также на существующее положение с обеспечением высококачественными сортами металла, топливосмазочными и другими материалами и уровень технической эксплуатации тракторов в хозяйствах, потребность в ремонте тракторной техники все еще остается объективной необходимостью. Поэтому конструкции тракторов должны быть приспособлены к выполнению ремонтных работ (разборочно-сборочных и восстановительных).

Отработка конструкции тракторов на ремонтную технологичность должна быть направлена на повышение эффективности их использования, снижение затрат труда, средств и материалов при обеспечении необходимого качества ремонта, должна обеспечивать уменьшение общего числа ТР и КР за срок службы трактора, снижение потребности в ремонтно-технологическом оборудовании, восстанавливаемость изнашиваемых деталей, а также ограничить потребности в исполнителях-ремонтниках высокой квалификации.

Снижение потребности тракторов в ремонте без сокращения полного срока службы обеспечивается при разработке составных частей и сборочных единиц с высокими показателями безотказности и долговечности использованием прогрессивных конструктивных решений, новых материалов. Снижение трудоемкости и стоимости ремонтов, потребности в ремонтно-технологическом оборудовании должно обеспечиваться рациональным выполнением конструкции и конструктивно-компоновочных схем, повышением контролепригодности, доступности, легкосъемности, взаимозаменяемости, унификации, стандартизации составных частей и сборочных единиц, преемственности технологии и ремонтно-технологического оборудования. Ограничение требований к квалификации ремонтного персонала должно обеспечиваться путем автоматизации контроля работоспособности тракторов; механизации и автоматизации ремонтных работ; исключения возможности неправильного выполнения демонтажно-монтажных операций.

В сельском хозяйстве России принята система ремонта, которая предусматривает постановку тракторов на ремонт исходя из их технического состояния. При повышении ремонтной технологично-

сти тракторов необходимо придерживаться следующих основных положений:

• ремонтный цикл вновь создаваемого или модернизируемого трактора должен входить в принятую систему ремонта;

• составные части трактора должны обеспечивать работоспособность при заданных доремонтных и межремонтных ресурсах;

• составные части трактора должны быть приспособлены к существующему ремонтно-технологическому оборудованию;

• конструкции изнашиваемых деталей трактора должны быть приспособлены к восстановлению централизованными методами.

Требования к компоновке трактора и конструкции составных частей. Такие требования включают в себя требования к сборочным единицам и составным частям, к точности и методам сборки. Трактор должен расчленяться на рациональное число сборочных единиц, а сборочная единица — на составные части с учетом принципа агрегатирования. Конструкции сборочных единиц и составных частей трактора должны обеспечивать возможность их компоновки из стандартных и унифицированных деталей. Конструкция сборочной единицы должна предусматривать базовую составную часть, которая является основой для расположения других составных частей и установки на рабочем месте сборки. Сборочная единица должна позволять производить сборку при неизменном базировании составной части и предусматривать возможность использования конструктивных сборочных баз в качестве технологических и измерительных. Компоновка сборочных единиц должна обеспечивать общую сборку трактора без промежуточной разборки и повторных сборок составных частей. Компоновка трактора должна обеспечивать хороший доступ к сборочной единице и составной части, требующим контроля их технического состояния перед ремонтом, легкосъемность сборочной единицы и предусматривать рациональное расположение монтажных опор, такелажных узлов и других устройств для транспортирования составных частей и сборочных единиц в процессе ремонта. Средние ресурсы составных частей и сборочных единиц трактора должны быть кратными между собой или близкими. Места соединений составных частей и сборочных единиц трактора должны обеспечивать хороший доступ для механизации разборочных и сборочных работ, контроля качества выполняемых операций, не должны требовать дополнительной обработки при разборке и сборке; общее число мест соединений и поверхностей сборочных единиц и составных частей должно быть наименьшим.

Разборка и сборка тракторов не должны обусловливать применение сложного, дорогостоящего ремонтно-технологического оборудования, оснастки и приспособлений, а должны соответствовать требованиям механизации и автоматизации этих работ. В конструкциях тракторов необходимо исключать соединения, у кото-

рых усилия при разборке передаются через тела качения, через детали со ступенчатым износом, а также сопряжения, не обеспечивающие правильного совмещения деталей перед запрессовкой.

Точность расположения составных частей и сборочных единиц трактора должна быть обоснована и взаимосвязана с точностью их изготовления, конструкции составных частей должны предусматривать центрирующие, фиксирующие, компенсирующие устройства, обеспечивающие снижение труда при разборке и сборке.

Требования к конструкции деталей. Ресурсы деталей тракторов предопределяются их конструкцией, применяемым материалом, способом изготовления и обработки. По значимости и важности выполняемых функций детали тракторов могут быть разбиты на три группы: детали, являющиеся главными конструктивными элементами и влияющие на качество выполнения рабочих функций трактора в эксплуатации; детали, наиболее дорогостоящие в изготовлении, быстроизнашивающиеся и уязвимые при воздействии условий эксплуатации и внешней среды; остальные детали.

Ремонтная технологичность деталей первой и второй групп должна обеспечиваться в первую очередь широким применением стандартных и унифицированных конструктивных элементов и заготовок, оптимальной точностью и шероховатостью рабочих поверхностей, устойчивостью и точностью установки, обработки и контроля, стандартными технологическими процессами изготовления и восстановления.

Базовые детали тракторов не должны иметь изнашивающихся участков, а при невозможности выполнения этого условия необходимо предусмотреть легкосъемные втулки, кольца, стаканы. Базовые детали должны иметь устойчивые технологические базы для выполнения разборочных и сборочных работ, восстановления, обработки и контроля. Изнашивающиеся детали тракторов должны обеспечивать возможность их восстановления до первоначальных и ремонтных размеров (в технико-экономических обоснованных случаях). Ответственные сопряжения трактора, собранные методом селективного подбора деталей, должны иметь метки спаренности, предотвращающие их обезличивание при ремонте. Конструкция односторонне изнашивающейся симметричной детали должна обеспечивать возможность перестановки ее на 180° для работы другой стороной. Резьбовые детали трактора должны быть обеспечены фиксацией от проворачивания; наружные крепежные детали должны иметь антикоррозионные покрытия. Крупногабаритные детали должны иметь такелажные узлы для применения средств механизации.

Выполнение изложенных требований при создании тракторной техники позволяет значительно повысить эффективность ее использования путем сокращения затрат труда и материалов при ремонте.

Конструктивно-технологические особенности тракторов. Комплекс работ по ТО тракторов состоит из работ планового характера, направленных на поддержание их в работоспособном состоянии (плановые технические обслуживания и ремонт с диагностированием), и технологического (циклического и нециклического) характера, направленных на поддержание нормального функционирования при использовании их по назначению (эксплуатационные переналадки при агрегатировании, транспортировании и холостых переездах, технологические регулирования, переналадки и настройки, контроль и поддержание технологического процесса; монтаж, досборка и доукомплектование; подготовка к пуску, пуск).

Работы по технологическому процессу обслуживания в основном выполняются при функционировании машины и значительно влияют на эффективность ее использования.

По мере увеличения энергонасыщенности тракторов требования к их приспособленности к технологическим работам повышаются, так как потери от простоя растут почти пропорционально увеличению мощности. Поэтому эффективное и высокопроизводительное использование сельскохозяйственной техники возможно только при комплексном подходе к проблеме приспособленности тракторов к технологическим работам путем одновременного повышения безотказности и уровня ремонтопригодности, а также усовершенствования их приспособленности к эксплуатационным переналадкам и технологическим регулированиям в эксплуатации, т.е. повышения эксплуатационной технологичности.

В сущности, повышение производительности труда проявляется прежде всего в экономии рабочего времени. Затраты времени, зависящие от технических и технологических особенностей трактора, количественно оценивают следующими частными и обобщенными показателями. Технические особенности трактора характеризуются коэффициентами длительности ТО $\tau_{ТО}$ и устранения последствий отказов (текущий ремонт) $\tau_{ТР}$, готовности $k_г$ и технического использования $k_{т.и}$.

Значение $\tau_{ТО}$ зависит от периодичности выполнения i-й операции ТО (с диагностированием) трактора t_i, а также средней разовой оперативной продолжительности выполнения этих работ $t_{ТО}$:

$$\tau_{ТО} = t_i(t_i + t_{ТО})^{-1}.$$

Показатель $\tau_{ТР}$ зависит от средней наработки трактора на отказ $t_р$, а также от средней оперативной продолжительности устранения последствий отказов $t_{ТР}$:

$$\tau_{ТР} = t_р(t_р + t_{ТР})^{-1}.$$

Приспособленность трактора к ТО и устранение последствий отказов обобщенно характеризуется коэффициентом $k_г$, который

зависит от периодичности ТО и наработки на отказ, а также средней продолжительности ТО и устранения последствий отказов:

$$k_{\text{т}} = t_{\text{р}}(t_{\text{р}} + t_{\text{ТО}} + t_{\text{ТР}})^{-1}.$$

Технические особенности трактора характеризуются коэффициентом $k_{\text{т.и}}$. Необходимо оценивать дифференцированно коэффициенты от затрат времени на ТО $\tau_{\text{ТО}}$, устранение последствий отказов $\tau_{\text{ТР}}$ и капитальные ремонты $\tau_{\text{КР}}$ с выделением оперативных и общих затрат времени на эти работы. Значение $k_{\text{т.и}}$ определяется по формуле

$$k_{\text{т.и}} = \left[\left(\frac{1}{\tau_{\text{ТО}}} + \frac{1}{\tau_{\text{ТР}}} + \frac{1}{\tau_{\text{КР}}}\right) - 2\right]^{-1}.$$

При расчете $\tau_{\text{ТО}}$, $\tau_{\text{ТР}}$, $k_{\text{т}}$ и $k_{\text{т.и}}$ необходимо вводить оперативные затраты времени на эти работы, зависящие только от конструктивных особенностей трактора или МТА.

Технологические особенности тракторов характеризуются средними разовыми затратами времени на циклические и нециклические технологические обслуживания и оцениваются коэффициентами длительности циклического $\tau_{\text{ц.о}}$ и нециклического $\tau_{\text{нц.о}}$ технологических обслуживаний.

При эксплуатации возникает необходимость нециклического технологического обслуживания в связи с составлением агрегата, изменением вида работ, технологическим регулированием, поддержанием технологического процесса, подготовкой трактора или МТА к применению и хранению.

9.8. Эксплуатационная технологичность конструкций тракторов

Понятие *технологичность изделия* (ГОСТ 14. 205—83* «Технологичность конструкции изделий. Термины и определения») связано с необходимостью оптимизации затрат труда, средств, материалов и времени при технической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте. Технологичность конструкций тракторов, как и другие их свойства, является функцией конструктивных, производственных и эксплуатационных факторов.

Конструктивные факторы. Такие факторы характеризуют контролепригодность, доступность, легкосъемность, взаимозаменяемость, стандартизацию и унификацию, восстанавливаемость, преемственность, монтажепригодность, эргономичность, сложность, транспортабельность, сохраняемость и гигиеничность тракторов, их составных частей и сборочных единиц.

Контролепригодность характеризуется наличием встроенных средств контроля технического состояния и режимов работы тракто-

ров, унифицированных сборочных единиц, а также устройств, удобных для подключения внешних средств контроля серийной диагностической аппаратуры; рациональной концентрацией точек подключения контрольной аппаратуры; возможностью технического диагностирования всех параметров, предусмотренных эксплуатационной и ремонтной диагностикой на машину без демонтажа составных частей и сборочных единиц; наличием автоматических и автоматизированных средств контроля; минимальным числом определяемых параметров, позволяющих обеспечить полноту и достоверность оценки технического состояния.

Доступность с учетом требований эргономики характеризуется свободным доступом к местам ТО и ремонта с необходимым инструментом; возможностью применения средств механизации и автоматизации при ТО и ремонте, выполнения ТО и ремонта отдельных сборочных единиц и составных частей без демонтажа других и одновременного проведения наибольшего числа операций ТО и ремонта; рациональным размещением разъемов для внешних диагностических средств.

Легкосъемность характеризуется рациональным расчленением составных частей — применением блочного принципа компоновки машины; соблюдение этого свойства при проектировании трактора позволяет успешно применять агрегатный метод ремонта с использованием обменного фонда. Конструктивная законченность и легкая отделяемость составных частей и сборочных единиц позволяет сократить продолжительность устранения последствий отказов. Легкосъемность определяется рациональными способами крепления и соединения сборочных единиц и составных частей, обеспечивающими наименьшие издержки при их монтаже и демонтаже в процессе ТО и ремонта; способами крепления и соединения составных частей и сборочных единиц машины, подлежащих демонтажу при ТО и ремонте, исключающими использование местных нагревов, больших усилий и ударов, сложной технологической оснастки, одновременного применения двух и более инструментов.

Взаимозаменяемость составных частей и сборочных единиц трактора определяется применением деталей одного назначения с одинаковыми геометрическими размерами, посадками и другими характеристиками. Большое разнообразие крепежных деталей, применяемых на тракторах, приводит к значительным затратам времени на подбор необходимого инструмента и нахождения крепежа нужного типа и размера. Во многих случаях применение крепежных деталей различных типов не вызывается условиями работы соединяемых деталей.

Объем работ при разборке и сборке подвижных и неподвижных соединений предопределяется следующими факторами. Часто при ремонте большие затраты дополнительного труда требуются на под-

гонку сопряженных поверхностей подвижных соединений, обычно соединений типа подшипниковая втулка — вал. Взаимозаменяемость составных частей и сборочных единиц достигается ограничением числа сопряжений, не подлежащих обезличиванию и требующих селективного подбора деталей. Наличие в конструкциях тракторов спаренных полностью невзаимозаменяемых деталей усложняет процесс разборки, дефектовки и комплектования деталей. Отказ одной из таких деталей вызывает необходимость замены другой, сопряженной детали, что приводит к увеличению расхода запасных частей, ограничивает применение поточного, обезличенного метода ремонта. Наличие деталей, требующих селективного подбора по размерным и весовым группам, также осложняет ремонт, повышает затраты труда при комплектовании и сборке. Повышение уровня взаимозаменяемости сборочных единиц достигается применением элементов стыковки и крепления составных частей и сборочных единиц, исключающих подгоночные и регулировочные работы при их монтаже.

Стандартизация и *унификация* составных частей определяется уровнем применения стандартных и унифицированных деталей, элементов, стыковочных узлов, разъемов подсоединения средств технического диагностирования, шлангов, элементов электрооборудования, инструмента и т.д. Увеличение числа унифицированных и нормализованных деталей позволяет шире использовать методы поточно-массового производства и снизить трудоемкость всех видов обслуживания. Увеличение числа заимствованных деталей и сборочных единиц позволяет сократить сроки проектирования, изготовления и доводки, использовать типовые процессы и оснастку, существующее ремонтно-технологическое оборудование и инструмент.

Восстанавливаемость машины определяется применением материалов и конструкций изнашивающихся деталей, позволяющих восстановить их до номинальных или ремонтных размеров. Конструкции таких вспомогательных деталей, как стопорные кольца, должны предусматривать наличие демонтажной базы, позволяющей быстро и без затруднений извлекать кольцо из канавки. Некратность ресурса деталей в сборочных единицах усложняет ТО и ремонт. В одних случаях это приводит к недоиспользованию ресурса деталей, в других — вызывает необходимость замены недолговечных элементов в межремонтные периоды и приводит к увеличению издержек. Равнопрочность деталей должна быть обеспечена в первую очередь в составных частях машины. Сборочные единицы машины должны комплектоваться из составных частей, имеющих приблизительно равные или кратные ресурсы.

Восстанавливаемость деталей характеризуется возможностью повторного их использования путем переворачивания на 180° или перестановки. К таким деталям относятся венцы маховиков, веду-

щие и ведомые шестерни коробки передач, бортовых передач и ряд других аналогичных деталей.

Преемственность технологических процессов ТО и ремонта определяется возможностью применения к новым машинам типовых процессов ТО и ремонта, технологических процессов восстановления деталей, подготовки трактора к эксплуатации и хранению.

Эргономичность обслуживания трактора характеризуется удобством расположения обслуживающего персонала и минимальными затратами труда при выполнении операций ТО и ремонта.

Гигиеничность операций ТО и ремонта определяется внешним видом и состоянием поверхностей составных частей трактора, подлежащих обслуживанию, возможностью их очистки и мойки перед проведением ТО. При этом следует учитывать влияние внешнего вида деталей и сборочных единиц и состояния их поверхностей на психику исполнителя. Опасность загрязнения сковывает движения исполнителя, снижает производительность труда. Часто по этой причине не выполняется объем плановых работ, что приводит к преждевременному износу составных частей и сборочных единиц трактора.

Конструктивные факторы предопределяют не только особенности трактора, но и стабильность показателей в эксплуатации и «отзывчивость» конструкции на восстановительные мероприятия. Конструктивные решения, принимаемые на этапе проектирования, определяют характер и объем работ по проведению ТО и ремонта.

Сложность операций ТО и ремонта определяется потребностью в исполнителях высокой квалификации. Потребность в специалистах высокой квалификации при проведении ТО и ремонта уменьшается путем четкого и лаконичного изложения эксплуатационной и ремонтной документации; четкого обозначения мест контроля технического состояния регулирования, смазывания, крепления, логической последовательности выполнения операций ТО и ремонта; единственности процесса сборки, монтажа и т.д.

Производственно-технологические факторы. Наиболее значимыми факторами являются методы обеспечения точности при изготовлении деталей и сборочных единиц; приемы обеспечения требуемого качества рабочих поверхностей деталей и их обработки; технология сварки, сборки и обкатки. Как и конструктивные факторы, производственно-технологические факторы влияют преимущественно на длительность и трудоемкость ТО и восстановительных работ при ремонте тракторов, а также на срок их службы. Производственно-технологические факторы можно разделить на две группы: факторы организационно-технического характера и факторы технологического характера.

К первой группе обычно относят факторы, характеризующие уровень организации труда и производства и оказывающие боль-

шое влияние на обеспечение требований технологичности, заложенных при разработке конструкции трактора.

Ко второй группе относят факторы, обеспечивающие требуемые свойства объектов производства, в том числе свойства технологичности тракторов при изготовлении, а в процессе эксплуатации при их обслуживании и ремонте. Наиболее существенными факторами технологического характера являются точность изготовления деталей, составных частей и сборочных единиц; применение технологических процессов, обеспечивающих требуемые свойства поверхностного слоя деталей, их высокую износостойкость, коррозионную стойкость, и др.

Эксплуатационные факторы. Такие факторы определяют условия, в которых проявляются свойства конструкции трактора, заложенные при изготовлении. Основными эксплуатационными факторами являются организация проведения ТО; организация и качество проведения ремонта; квалификация и комплектность штата исполнителей; организация хранения и заправки топливосмазочными материалами; организация хранения машин; полнота, качество и соблюдение эксплуатационной и ремонтной документации.

Показатели эксплуатационной технологичности. Для эффективного управления процессом обеспечения эксплуатационной технологичности тракторов необходимо располагать комплексом количественных и качественных оценочных показателей.

Нормируемые показатели эксплуатационной технологичности должны соответствовать показателям, приведенным в ГОСТ 15.201—2000 «Продукция производственно-технологического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство», учитываться техническими заданиями и техническими условиями (ГОСТ 2.114—95 «ЕСКД. Технические условия»), программами и методиками испытаний (ГОСТ 7057—2001 «Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний»), картами технического уровня и качества (ГОСТ 2.116—84 «ЕСКД. Карта технического уровня и качества продукции»).

В зависимости от характера используемой информации оценочные показатели разделяют на экономические, организационно-технические и технологические.

Экономические показатели в целом характеризуют оптимальный вариант конструкции трактора и отражают оперативные затраты труда, времени и средств на ТО. К этой группе показателей относятся продолжительность, трудоемкость и стоимость видов ТО с учетом их удельных значений за цикл обслуживания.

Организационно-технические показатели обусловлены принятой планово-предупредительной системой выполнения технологических операций ТО и характеризуют периодичность, кратность и повторяемость видов ТО, численность операций и номенклатуру различных работ ТО.

Технологичность выполнения регламентных операций ТО характеризуется соотношением продолжительности выполнения основных и вспомогательных работ, ассортиментом масел и смазочных материалов, числом емкостей и точек смазывания, разновидностью и унификацией применяемого инструмента, степенью контролируемости операций и уровнем оснащенности тракторов встроенными контрольно-измерительными средствами непрерывного наблюдения за техническим состоянием.

В качестве показателей оценки приспособленности тракторов к ТО используют оперативные и суммарные затраты времени, труда и средств на его проведение.

Оперативное время — это часть рабочего времени, в течение которого непосредственно выполняют данную операцию ТО, причем все необходимое для этого находится у рабочего места. Оперативное время складывается из основного $T_{\text{ТО}}^{\text{осн}}$ и вспомогательного $T_{\text{ТО}}^{\text{всп}}$:

$$T_{\text{ТО}}^{\text{оп}} = T_{\text{ТО}}^{\text{осн}} + T_{\text{ТО}}^{\text{всп}}.$$

Основным временем ТО называется часть оперативного времени, в течение которого непосредственно заправляют трактор топливом, маслом, рабочими жидкостями, контролируют и диагностируют его техническое состояние, подтягивают крепления деталей и сборочных единиц, смазывают, регулируют, разбирают, дефектуют и заменяют детали и сборочные единицы и т.д.

Вспомогательным временем является часть оперативного времени, в течение которого трактор подготавливают к ТО (демонтаж облицовки, сборочных единиц и деталей и их последующая установка).

Суммарное время ТО — это время от начала ТО до его завершения. В него входит также время, затраченное в процессе ТО на естественные надобности исполнителей — дополнительное, а также время простоя тракторов, не связанное непосредственно с обслуживанием (ожидание обслуживания, поиск материалов, запасных частей, инструмента и т.д.).

Оценка показателей оперативной и суммарной трудоемкости ТО имеет значение при нормировании работ по ТО тракторов, когда принято учитывать не только время (продолжительность), но и трудоемкость как отдельных операций, так и отдельных видов обслуживания. Продолжительность выполнения операций исполнителем является трудоемкостью их выполнения. Если же исполнителей несколько, трудоемкость равна сумме продолжительности выполнения операции отдельными исполнителями.

Оперативная трудоемкость ТО трактора в целом $S_{\text{ТО}}$, ч, за определенный период в общем случае можно выразить следующим образом

$$S_{\text{ТО}} = \sum_{i=1}^{r} S_i z_i, \tag{9.2}$$

где S_i — трудоемкость ТО i-го вида, ч; z_i — число ТО i-го вида; r — число видов ТО.

В свою очередь, оперативная трудоемкость ТО i-го вида

$$S_i = \sum_{f=1}^{n} \sum_{l=1}^{k} T_{fl}, \tag{9.3}$$

где n — число исполнителей i-го вида ТО; k — число операций i-го вида ТО; T_{fl} — оперативное время, затраченное исполнителем f на выполнение операции l, ч.

Оперативную трудоемкость ТО трактора в целом можно представить и как сумму трудоемкости ТО его сборочных единиц и агрегатов, т.е.

$$S_{\text{ТО}} = \sum_{d=1}^{p} S_{\text{ТО}d},$$

где d — номер сборочной единицы или агрегата; p — число сборочных единиц или агрегатов данного трактора; $S_{\text{ТО}d}$ — оперативная трудоемкость ТО данной сборочной единицы или агрегата за определенный период эксплуатации, ч.

По аналогии с выражением (9.3)

$$S_{\text{ТО}d} = \sum_{f=1}^{n} \sum_{l=1}^{k} T_{fld},$$

где T_{fld} — оперативное время, затрачиваемое исполнителем f на выполнение операции l ТО данной сборочной единицы d агрегата, ч.

В некоторых случаях важно оценивать оперативную трудоемкость ТО трактора в целом или его сборочных единиц и агрегатов по видам работ (очистительно-моечные, контрольные, крепежные, регулировочные, смазочные, разборочные, сборочные и т.д.). Тогда оперативную трудоемкость ТО можно представить следующим образом:

$$S_{\text{ТО}} = \sum_{m=1}^{t} S_{\text{ТО}m},$$

где m — номер вида работ; t — число видов работ; $S_{\text{ТО}m}$ — оперативная трудоемкость каждого вида работ, ч.

Оперативную трудоемкость каждого вида работ определяют по формуле

$$S_{\text{ТО}m} = \sum_{f=1}^{n} \sum_{l=1}^{k} T_{flm}.$$

Суммарная трудоемкость технического обслуживания

$$S_{\text{ТО}\,\Sigma} = S_{\text{ТО}} + S_{\text{ТО}}^{\text{п-з}},$$

где $S_{\text{ТО}}^{\text{п-з}}$ — трудоемкость подготовительно-заключительных операций ТО, ч.

По аналогии с выражением (9.2)

$$S_{\text{ТО}}^{\text{п-з}} = \sum_{i=1}^{r} S_i^{\text{п-з}} z_i,$$

где $S_i^{\text{п-з}}$ — трудоемкость подготовительно-заключительных операций ТО i-го вида, ч.

Определение и нормирование трудоемкости ТО позволяют комплексно и объективно оценить приспособленность трактора как объекта к ТО. При этом важными и удобными показателями являются удельные значения этих величин, представляющие собой отношение трудоемкости ТО к наработке машин за определенный период эксплуатации. Так, удельную оперативную трудоемкость ТО $\bar{S}_{\text{ТО}}$ можно представить следующим образом:

$$\bar{S}_{\text{ТО}} = S_{\text{ТО}}/\Omega_{\text{р}},$$

где $\Omega_{\text{р}}$ — наработка трактора за определенный расчетный период.

Удельную оперативную трудоемкость можно определять по отношению к любому определяющему параметру трактора, например номинальному тяговому усилию (ч/кН), массе трактора (ч/т), мощности двигателя (ч/кВт) и т. п.

Удельная трудоемкость ТО, отнесенная к тяговому усилию трактора или его массе, позволяет сравнивать тракторы любого тягового класса и тракторы в пределах одного класса по уровню их приспособленности к ТО.

Наиболее удобным и обобщающим показателем для оценки приспособленности трактора к ТО является удельная оперативная трудоемкость, отнесенная к наработке трактора, выраженной в моточасах.

Таким образом, система показателей удельной оперативной трудоемкости ТО серийных тракторов дает возможность устанавливать их недостатки и определять пути дальнейшего повышения приспособленности к ТО, а в эксплуатации служит одним из основных показателей, учитывающих правильность организации ТО.

Глава 10
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

10.1. Жидкие топлива

Жидкое топливо получают в результате физических (прямая перегонка) и деструктивных (крекинг-процесс) методов переработки нефти. Эффективность применения различных видов жидкого топлива в двигателях внутреннего сгорания в значительной степени определяется следующими эксплуатационными показателями:

- испаряемость, т.е. способность топлива переходить из жидкого состояния в парообразное; характеризуется фракционным составом и давлением насыщенных паров;
- воспламеняемость и горючесть; определяется температурными и концентрационными пределами воспламенения, пределами устойчивого горения, температурой самовоспламенения, устойчивостью против детонационного горения;
- прокачиваемость; определяется температурой помутнения топлива и застывания, вязкостью и фильтруемостью;
- склонность к нагаро- и лакообразованию; зависит от содержания в топливе ароматических углеводородов, смолистых веществ, сернистых соединений, соединений свинца, легкоокисляющихся непредельных углеводородов;
- физическая и химическая стабильность; характеризуется потерями от испарения, склонностью к расслаиванию отдельных компонентов топлива, гигроскопичностью, склонностью к окислению в процессе хранения топлива.

Для двигателей с принудительным воспламенением в качестве топлива используют *бензины* — легкие фракции продуктов переработки нефти, выкипающие при температуре +35...190 °С.

Для обеспечения нормальной экономичной работы двигателя бензин должен отвечать следующим требованиям:

- высокая теплота сгорания;
- нормальное и полное сгорание рабочей смеси за счет высокой испаряемости;
- высокая детонационная стойкость;
- высокая химическая стабильность, определяющая склонность к образованию нагаров и отложений при использовании, транспортировании и хранении;
- низкие коррозионная активность и воздействие на резинотехнические изделия;

• хорошие низкотемпературные свойства;

• отсутствие вредного воздействия на человека и окружающую среду.

Качество бензина характеризуется испаряемостью, детонационной стойкостью и отсутствием механических примесей и воды.

Детонационная стойкость легла в основу классификации автомобильных (А) бензинов. В марке автомобильного бензина указывается октановое число, определенное моторным методом (А-76) или исследовательским (АИ-92, -98).

Для увеличения октанового числа в бензины добавляют антидетонаторы — вещества, которые при добавлении в бензин в относительно небольших количествах резко повышают его детонационную стойкость. Например, присадки на основе метил-*трет*-бутилового эфира (МТБЭ) и составы, содержащие марганец и железо.

По ГОСТ 2084—77 «Бензины автомобильные. Технические условия» выпускают бензины марок А-72, -76, АИ-91, -93 и -95 зимнего и летнего видов: зимние используют в течение всех сезонов в северных и северно-восточных районах, а в остальных районах с 1 октября по 1 апреля; летние используют во всех районах, кроме северных и северно-восточных с 1 апреля по 1 октября, в южных районах в течение всех сезонов.

В целях повышения конкурентоспособности российских бензинов и доведения их качества до европейских стандартов с 1 января 1999 г. в нашей стране был введен новый государственный стандарт на неэтилированные бензины ГОСТ Р 51105—97 «Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия», который регламентирует четыре марки бензина: Нормаль-80, Регуляр-91, Премиум-95 и Супер-98.

В соответствии с ГОСТ Р 51105—97 для автомобильных бензинов введено пять классов испаряемости для применения в различных климатических районах по ГОСТ 16350—80 «Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей».

Автомобильные бензины первого класса испаряемости применяют с 1 апреля по 1 октября (летом) в умеренно теплом с мягкой зимой районе; второго класса — с 1 апреля по 1 октября (летом) в умеренно холодном и умеренном районах; третьего класса — с 1 апреля по 1 октября (летом) в очень холодном и холодном районах и с 1 октября по 1 апреля (зимой) в умеренно теплом с мягкой зимой районе; четвертого класса — с 1 октября по 1 апреля (зимой) в умеренно холодном и умеренном районах; пятого класса — с 1 октября по 1 апреля (зимой) в очень холодном и холодном районах.

В связи с широким распространением автомобилей, оснащенных системами впрыска бензина с электронным управлением, все

чаще стали применять бензины с повышенной до +215 °С температурой конца кипения. Бензин Нормаль-80 используется на грузовых автомобилях вместо бензина А-76, Регуляр-91 — вместо бензина АИ-93. Бензины Премиум-95 и Супер-98 предназначены в основном для автомобилей иностранного производства и отвечают европейским стандартам.

Фракции продуктов переработки нефти, выкипающих при температуре до +390 °С, служат основой *дизельного топлива.*

Высокие технико-экономические показатели работы дизеля в значительной мере зависят от качества дизельного топлива, к которому предъявляются следующие требования:

- оптимальное цетановое число, характеризующее воспламеняемость дизельного топлива;
- необходимый фракционный состав, определяющий полноту сгорания, дымность и токсичность;
- допустимые вязкость и плотность, обеспечивающие хорошую прокачиваемость, испарение и смесеобразование;
- достаточные низкотемпературные свойства, определяющие работоспособность системы питания при отрицательной температуре окружающего воздуха;
- низкое содержание серы, непредельных углеводородов и металлов, характеризующих нагарообразование, коррозию и износ;
- высокая химическая стабильность, влияющая на сроки использования, транспортирования и хранения;
- отсутствие вредного воздействия на окружающую среду и человека.

Качество дизельных топлив оценивают способностью к самовоспламенению, вязкостью, фракционным составом.

Дизельное топливо вырабатывается в соответствии с действующим ГОСТ 305—82. В зависимости от условий эксплуатации установлены три марки дизельного топлива: Л (летнее) — для эксплуатации при температуре окружающего воздуха 0 °С и выше; З (зимнее) — для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от –20 °С и выше (1-й тип) и от –30 °С и выше (2-й тип); для 1-го типа топлива температура застывания должна быть не выше –35 °С, а для 2-го — не выше –45 °С; А (арктическое) — для эксплуатации при температуре окружающего воздуха –50 °С и выше.

В зависимости от содержания серы отечественные топлива для быстроходных дизелей делятся на две группы: первая — с содержанием серы до 0,2 %, вторая — 0,5 % (для арктического топлива доля серы составляет 0,4 %).

В маркировке топлива указывают допустимую массовую долю серы, %. В обозначение дополнительно вводят для летнего топлива температуру вспышки, характеризующую его пожарную безопасность, а для зимнего — температуру застывания. Например: Л-0,2-40 — топливо летнее, с массовой долей серы 0,2 % и темпе-

ратурой вспышки +40 °С; З-0,2-35 — топливо зимнее, с массовой долей серы 0,2 % и температурой застывания –35 °С. Для арктического топлива указывают только допустимую массовую долю серы (А-0,4).

В летние топлива вводят антидымную присадку (ЭФАП-Б или Лубризол-8288), в зимние — антидымную и депрессорную (сополимеры этилена с винилацетатом). Присадки снижают показатели дымности и токсичности отработавших газов на 30...35 %. В зависимости от массовой доли серы дизельные топлива с присадками делят на два вида: в первом массовая доля серы составляет не более 0,05 %, во втором — не более 0,1 %.

10.2. Газообразное топливо

Газообразные углеводородные топлива относятся к наиболее чистым в экологическом отношении моторным топливам. Преимуществами газообразных топлив перед жидкими являются улучшение топливной экономичности автомобиля за счет работы двигателя на более «бедной» горючей смеси, снижение токсичности отработавших газов двигателей внутреннего сгорания; снижение изнашивания цилиндропоршневой группы и увеличение срока службы моторного масла (газовоздушная смесь не смывает масляную пленку со стенок цилиндров, не образует нагара на деталях цилиндропоршневой группы и не разжижает масло в картере двигателя); высокая детонационная стойкость газообразных топлив, что позволяет повысить степень сжатия двигателя и, следовательно, его мощность и топливную экономичность; исключение необходимости подогрева впускного трубопровода, что улучшает наполнение цилиндров и повышает таким образом мощность двигателя; улучшение равномерности распределения горючей смеси по цилиндрам.

В зависимости от физического состояния горючие газы делятся на сжатые и сжиженные. Наиболее широко применяются и имеют перспективы расширения использования следующие газообразные углеводородные топлива: компримированный (сжатый) природный газ (КПГ) — метан; газ сжиженный нефтяной (ГСН) — пропанобутановая смесь.

К качеству топлив для газобаллонных автомобилей предъявляют следующие основные эксплуатационные требования:

- хорошая смешиваемость с воздухом для образования однородной горючей смеси;
- высокая калорийность горючей смеси;
- отсутствие детонации при сгорании в цилиндрах двигателя;
- минимальное содержание смолистых веществ и механических примесей, способствующих образованию нагара на деталях двигателя;

• минимальное содержание веществ, вызывающих коррозию поверхностей деталей, окисление и разжижение масла в картере двигателя;

• минимальное образование токсичных и канцерогенных веществ в продуктах сгорания;

• сохранение стабильного состава и свойств по времени и объему;

• сохранение избыточного давления насыщенных паров 0,1... 1,6 МПа в интервале температур –30...+45 °С (для ГСН);

• хорошая испаряемость без образования жидкого осадка при понижении давления в газовой системе питания двигателя (для ГСН).

Сжиженный нефтяной газ в качестве топлива для автомобилей представляет собой смесь пропана, нормального бутана, изобутана, пропилена, этана, этилена и других углеводородов. К основным компонентам относятся пропан, бутан и их смеси.

Сжиженный газ характеризуется высоким коэффициентом объемного расширения. Давление в значительной степени зависит не от количества газа в баллоне, а от температуры. Повышение температуры на 1 °С увеличивает давление в газовом баллоне на 0,6...0,7 МПа, что может привести к его разрушению. Во избежание этого в баллоне предусматривают паровую подушку (фазу). Степень заполнения (полезная емкость) автомобильных газовых баллонов должна быть в пределах 80...85 %.

Компонентный состав сжиженного нефтяного газа регламентируется ГОСТ 27578—87* «Газы углеводородные сжиженные для автомобильного транспорта. Технические условия». Стандарт предусматривает две марки газа: зимнюю — ПА (пропан автомобильный) и летнюю — ПБА (пропанобутановая смесь автомобильная). На автомобильные газонаполнительные станции часто поступает сжиженный газ зимней и летней марок по ГОСТ 20448—90 «Газы углеводородные сжиженные топливные для коммунально-бытового потребления. Технические условия». Данный стандарт имеет более широкие допуски на содержание компонентов, в том числе вредных с точки зрения воздействия на двигатель и топливную аппаратуру (сера и ее соединения, непредельные углеводороды и др.). По этим техническим условиям сжиженные газы поступают двух марок: смесь пропанобутановая техническая зимняя (СПБТЗ) и смесь пропанобутановая техническая летняя (СПБТЛ). При использовании данных сжиженных газов на автомобильном транспорте не обеспечивается стабильность мощностных, экономических и экологических показателей, а наличие дополнительных примесей затрудняет работу газобаллонной аппаратуры.

Промышленность выпускает газобаллонные автомобили двух типов: со специальными двигателями, работающими на газе, но в которых предусмотрена резервная система питания для кратковре-

менной работы на бензине (мощность таких двигателей не уступает мощности базовых двигателей, а топливная экономичность выше, чем при работе на бензине); с универсальными двигателями, допускающими работу как на сжиженном газе, так и на бензине (в этом случае мощность автомобильного двигателя снижается до 10 %).

Эксплуатационные свойства автомобилей с газовыми двигателями в сравнении с бензиновыми оцениваются следующим образом:

- пусковые качества до температуры окружающего воздуха до –5 °С равноценны. При более низкой температуре пуск двигателя, работающего на сжиженном газе, затруднен;
- на 5...8 % ухудшаются динамические качества автомобиля;
- увеличивается мощность и топливная экономичность газовых двигателей, так как в связи с высокими антидетонационными свойствами сжиженных газов (их октановое число превышает 100 ед.) в газовых двигателях можно применять более высокие степени сжатия, хотя теплотворная способность сжатого газа на единицу объема меньше, чем у бензина;
- при правильной регулировке и нормальном оптимальном режиме работы системы подачи газового топлива значительно снижается токсичность отработавших газов: по оксиду углерода в 3—4 раза, по оксидам азота в 1,2—2 раза, по углеводородам в 1,2—1,4 раза и более;
- в 2—2,5 раза увеличивается продолжительность работы масла между заменами;
- в 1,4—2 раза повышается надежность и ресурс двигателей до ремонта за счет снижения износов деталей цилиндропоршневой группы, улучшения условий работы свечей зажигания и уменьшения нагарообразования;
- автомобили, работающие на сжиженном газе, имеют такой же запас хода, как и автомобили, работающие на бензине;
- на 3...5 % увеличивается трудоемкость работ по ТО и ремонту газобаллонных автомобилей.

Основные компоненты сжатых газов — метан CH_4, оксид углерода CO и водород H_2 — получают из горючих газов различного происхождения (природных, попутных, нефтяных, коксовых и др.). В попутных газах в зависимости от месторождения нефти содержание метана составляет 40...82 %.

Сжатый (компримированный) природный газ отпускается на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС) по ГОСТ 27577—2000 «Газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия».

В качестве преимуществ использования сжатого природного газа как автомобильного топлива по сравнению с бензином следует отметить следующие:

• в 2—3 раза увеличивается продолжительность работы масла между заменами из-за отсутствия его разжижения и уменьшения загрязнения, и, как следствие, расход масла снижается на 30...40 %;

• в среднем на 35...40 % увеличивается ресурс двигателя вследствие отсутствия нагара на деталях цилиндропоршневой группы;

• на 40 % увеличивается срок службы свечей зажигания;

• в 1,5 раза увеличивается межремонтный ресурс двигателей;

• до 90 % снижается выброс с отработавшими газами вредных веществ, особенно оксида углерода CO.

Наряду с достоинствами использования сжатого природного газа как автомобильного топлива следует отметить его недостатки:

• на 7...8 % увеличивается трудоемкость ТО и ремонта, а также в среднем на 27 % цена автомобиля из-за наличия дополнительной газобаллонной аппаратуры;

• на 18...20 % снижается мощность двигателя и, как следствие, ухудшаются тягово-динамические и эксплуатационные характеристики автомобилей: на 24...30 % увеличивается время разгона; на 5...6 % уменьшается максимальная скорость автомобиля; на 30...40 % уменьшаются предельные углы преодолеваемых подъемов; затрудняется эксплуатация автомобиля с прицепом; уменьшается дальность езды на одной заправке газом, которая не превышает 200...250 км;

• на 9...14 % снижается грузоподъемность автомобилей в связи с применением тяжелых стальных баллонов высокого давления.

Важными мероприятиями для надежной работы двигателя на сжатом газе являются очистка (осушение) газа от воды при заправке на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях; своевременная замена фильтров в системе питания двигателя; эффективный подогрев газа перед снижением давления в редукторе, особенно в холодный период года.

10.3. Моторные масла

На надежность и долговечность автотракторных двигателей большое влияние оказывает качество применяемых моторных масел.

Условия работы масел в двигателях внутреннего сгорания постоянно ужесточаются. Форсирование нагрузочных и скоростных режимов двигателей, уменьшение удельной емкости смазочной системы приводит к повышению температуры основных деталей и, как следствие, к ускорению окисления масел.

Основная функция моторного масла — снижение трения и износа трущихся поверхностей деталей двигателя за счет создания на их поверхностях прочной масляной пленки. Одновременно моторные масла должны обеспечивать:

уплотнение зазоров в сопряжениях работающего двигателя, в первую очередь деталей цилиндропоршневой группы;

эффективный отвод теплоты от трущихся поверхностей деталей, удаление из зон трения продуктов изнашивания и других посторонних веществ;

надежную защиту рабочих поверхностей деталей двигателя от коррозионного воздействия продуктов окисления масла и сгорания топлива;

предотвращение образования всех видов отложений (нагары, зольные отложения, шламы) на деталях двигателя при его работе на различных режимах;

высокую стабильность при окислении, механическом воздействии и обводнении, т.е. сохранение первоначальных свойств как в различных условиях применения, так и при длительном хранении;

малый расход масла при работе двигателя;

большой срок службы масла до замены без ущерба для надежной работы двигателя.

Для выполнения этих функций моторные масла должны удовлетворять следующим эксплуатационным требованиям:

- оптимальные вязкостные свойства, обеспечивающие надежную и экономичную работу двигателей на всех эксплуатационных режимах;
- хорошая смазывающая способность для предотвращения интенсивного изнашивания трущихся поверхностей деталей;
- достаточная химическая стойкость, обеспечивающая минимальное изменение свойств смазочного материала в процессе применения, а также небольшое образование коррозионно-активных продуктов и вредных отложений;
- устойчивость к испарению, вспениванию и образованию эмульсий, а также к выпадению присадок;
- защита трущихся поверхностей и других металлических деталей от коррозии.

Маркировка моторных масел российского производства осуществляется по ГОСТ 17479.1—85 «Масла моторные. Классификация и обозначения». В соответствии с этим стандартом моторные масла по вязкости делятся на три класса (зимние, летние и всесезонные), а по эксплуатационным свойствам — на шесть групп, обозначаемых буквами А, Б, В, Г, Д и Е.

Зимние масла нормируются значением кинематической вязкости при температуре +100 и −18 °С, летние — при температуре +100 °С. Всесезонные масла обозначаются дробью, в числителе которой указывают класс вязкости зимнего масла, а в знаменателе — летнего.

Структура обозначений моторных масел включает в себя группу букв и цифр. Буква М указывает на принадлежность к мотор-

ным маслам. Следующие через дефис цифры характеризуют класс кинематической вязкости. При обозначении дробными цифрами в числителе указывают класс вязкости масла при температуре –18 °С, а в знаменателе — класс вязкости при температуре +100 °С. Прописные буквы после цифр указывают на принадлежность к группе масел по эксплуатационным свойствам. Индекс «1» у букв обозначает масла для бензиновых двигателей, а «2» — для дизелей. В необходимых случаях применяют дополнительные индексы: «з» — масло, содержащее загущающую присадку; «цл» — для циркуляционных и лубрикаторных смазочных систем; «рк» — рабочеконсервационные масла; «20», «30» — значение щелочного числа и т.д.

Так, в обозначении масла отечественного производства М-8В, буква М означает вид смазочного материала (моторное масло); цифра 8 — класс вязкости (летнее); буква В означает, что по эксплуатационным свойствам масло относится к группе В и предназначено для смазывания среднефорсированных бензиновых двигателей.

В США и странах Западной Европы моторные масла маркируют в соответствии с их вязкостью по классификации Общества американских автомобильных инженеров (SAE). Эксплуатационные свойства моторных масел определяются по классификациям, разработанным Американским нефтяным институтом (API) и Ассоциацией европейских производителей автомобилей (ACEA).

По классификации SAE моторные масла делят на летние, зимние и всесезонные.

В зависимости от вязкостно-температурных показателей моторных масел классификация SAE J 300 включает в себя пять летних и шесть зимних классов.

Масла маркируют следующим образом: летние — SAE 20; 30; 40; 50; 60 (цифра означает вязкость в секундах Сейболта при температуре +98,9 °С); зимние — SAE 0W; 5W; 10W; 15W; 20W; 25W (цифра означает вязкость в секундах Сейболта при температуре –17,8 °С, а W — первая буква от слова winter — зима). Всесезонные (загущенные) масла обозначают двойной нумерацией. Например, SAE 10W-50 означает, что данное масло при температуре –17,8 °С соответствует по SAE вязкости 10, а при температуре +98,9 °С соответствует по SAE вязкости 50.

Чем выше число, входящее в обозначение класса, тем выше вязкость масел, относящихся к нему. Масла, имеющие класс вязкости больше, чем 60W, в автомобильных двигателях не применяют.

Классификация по условиям эксплуатации API подразделяет масла на две категории: S — категория «Сервис» (для бензиновых двигателей); С — коммерческая категория (для дизелей).

Маркировка моторных масел состоит из букв латинского алфавита: S или С обозначают категорию масла применительно к типу

двигателя (бензиновый или дизель), вторая буква означает уровень эксплуатационных свойств. Например, масла с обозначениями API SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SJ предназначены для бензиновых двигателей, а масла API CA, CB, CC, CD, CE, CF — для дизелей. Чем ближе к началу латинского алфавита вторая буква в маркировке масла, тем меньшим требованиям отвечает данное масло, и наоборот.

Универсальные масла, имеющие сдвоенное обозначение API SG/CD, API SJ/CF, пригодны как для бензиновых двигателей, так и для дизелей.

Отечественные масла, имеющие маркировку по ГОСТ 17479.1—85, стали дополнительно маркироваться и по международной классификации.

Синтетические и полусинтетические моторные масла, обладающие по ряду эксплуатационных свойств лучшими, чем нефтяные (минеральные) масла, показателями, находят в настоящее время все большее применение.

К достоинствам синтетических и полусинтетических моторных масел относятся следующие:

- значительно более высокий индекс вязкости, чем у минеральных масел аналогичных и даже лучших марок и сортов;
- лучшая вязкостно-температурная характеристика некоторых синтетических масел в зоне отрицательных температур, а также более низкая температура потери подвижности обеспечивают более легкий пуск двигателей в условиях низких температур окружающего воздуха;
- меньшая склонность к образованию низкотемпературных отложений способствует нормальной эксплуатации двигателей в районах Крайнего Севера;
- высокие показатели вязкости при рабочей температуре +250...300 °С (в 3—5 раз выше равновязких им минеральных масел при температуре +100 °С) обеспечивают гарантированные условия гидродинамической смазки до более высокой температуры и термическую стабильность;
- низкая испаряемость и малая склонность к образованию высокотемпературных отложений позволяют использовать эти масла в высокофорсированных теплонагруженных двигателях и при эксплуатации автомобилей в условиях жаркого климата;
- синтетические масла обеспечивают хорошее состояние двигателя, так как характеризуются лучшими антиокислительными, диспергирующими свойствами и механической стабильностью, равными или лучшими (в зависимости от синтетической основы) противоизносными и противозадирными характеристиками;
- большой срок службы синтетического масла до замены и меньший расход на угар сокращает его эксплуатационный расход на 30...40 %;

• применение синтетических моторных масел на 4...5 % снижает расход топлива благодаря созданию оптимальных условий трения.

Синтетические моторные масла в зависимости от основы бывают диэфирными (при их производстве используют сложные эфиры двухосновных карбоновых кислот), полиалкенгликолевыми, полисилоксановыми, фторуглеродными и хлорфторуглеродными.

Синтетические масла объединяют в себе свойства самых маловязких зимних и вязких летних классов (SAE 5W-50 и SAE 0W-40) и имеют обозначение fully-synthetic («полностью синтетическое»). Стоимость синтетических моторных масел в среднем в 2—3 раза выше минеральных. Тем не менее их применение целесообразно не только с эксплуатационной точки зрения, но и с экономической, так как они обладают большим сроком службы в двигателях до замены и меньшим расходом на угар.

Полусинтетические моторные масла — это минеральные масла, улучшенные благодаря специальной технологии очистки и содержащие синтетические добавки или 30...40 % синтетической основы. Обозначаются они как semisynthetic. Такие масла обладают лучшими эксплуатационными свойствами и дороже минеральных, однако дешевле полностью синтетических.

Переход на хорошо очищенные минеральные, полусинтетические и синтетические масла облегчает пуск двигателя при низкой (до –40 °С) температуре и экономит 2...5 % топлива за счет снижения потерь на трение в гидродинамическом режиме смазки.

10.4. Трансмиссионные масла

Основное назначение трансмиссионных масел — смазывание высоконагруженных зубчатых механизмов силовых передач, подшипников и других деталей и узлов автомобилей и тракторов.

По уровню напряженности работы зубчатых передач трансмиссионные масла делятся на следующие группы: универсальные, обеспечивающие работу всех типов зубчатых передач и других трущихся деталей агрегатов трансмиссии; общего назначения — для цилиндрических, конических и червячных передач; для гипоидных передач; для гидромеханических передач; для гидрообъемных передач.

Условия работы трансмиссионных и моторных масел существенно отличаются друг от друга температурным режимом, скоростью относительного скольжения трущихся поверхностей и удельным давлением в зоне их контакта. К наиболее важным эксплуатационным требованиям, которым должны удовлетворять трансмиссионные масла, относятся следующие:

• уменьшение интенсивности изнашивания и величины износа всех деталей трансмиссии;

• снижение потерь энергии, передаваемой от двигателя к ходовой части автомобиля;

• отвод теплоты и удаление из зон трения продуктов изнашивания и других загрязняющих масло примесей;

• отсутствие коррозионной агрессивности по отношению к деталям трансмиссии;

• снижение вибрации и шума шестерен и защита их от ударных нагрузок (при движении автомобиля на режиме разгон — накат — разгон);

• отсутствие вспенивания и стабильность свойств масла при работе смазываемых им механизмов.

Для соответствия этим требованиям трансмиссионные масла должны обладать пологой вязкостно-температурной кривой и сравнительно малой вязкостью в области отрицательных температур; высокими противоизносными, противозадирными (демпфирующими) и противопиттинговыми (препятствующими вырыванию металла из зоны контакта) свойствами; хорошей термоокислительной стабильностью; способностью предотвращать коррозионно-механический и водородный износ; стойкостью к образованию эмульсий с водой; высокой физической стабильностью в условиях длительного хранения; минимальным воздействием на резинотехнические и уплотнительные материалы, лаки, краски и пластмассы.

Общим требованием для всех трансмиссионных масел является надежное разделение контактирующих зубьев шестерен, защита поверхностей от изнашивания, снижение потерь на трение.

Маркировка трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2—85 «Масса трансмиссионные. Классификация и обозначение» предусматривает буквенно-цифровое обозначение: ТМ — трансмиссионное масло; первая цифра характеризует группу по эксплуатационным свойствам; вторая цифра обозначает класс вязкости; индекс «з» — наличие загущающей присадки. Маркировка ТМ-2-$9_з$ означает: ТМ — трансмиссионное масло; 2 — группа масла по эксплуатационным свойствам; 9 — класс вязкости; «з» — наличие загущающей присадки.

Гидравлические масла служат рабочим телом в гидравлических системах, передавая мощности и приводя в действие различные исполнительные агрегаты и механизмы, а также предохраняя трущиеся детали от изнашивания, отводя от них избыточную теплоту и удаляя продукты изнашивания и загрязнения. Гидравлические масла работают при больших перепадах температур (–40...+80 °С), давлении 10... 15 МПа, скорости скольжения до 20 м/с, в контакте с черными и цветными металлами, резиновыми и полимерными уплотнениями и шлангами.

В соответствии с назначением гидравлические масла должны иметь хорошие низкотемпературные свойства (их температура застывания должна быть на 5... 10 °С ниже температуры окружающе-

го воздуха в начальный период работы гидравлической системы); хорошие вязкостно-температурные свойства (для быстрого срабатывания гидравлического узла вязкость не должна быть слишком высокой) для обеспечения плавности хода и предотвращения износа; хорошие смазывающие свойства и свойства, не допускающие коррозии металлов и сплавов, а также разрушения уплотнений; хорошие антипенные свойства (способность жидкости выделять воздух без образования пены); хорошую стабильность при эксплуатации и хранении, отсутствие воды и механических примесей.

Обозначение гидравлических масел состоит из трех групп знаков: буквы МГ — минеральное гидравлическое; цифры, характеризующие класс кинематической вязкости; буква, указывающая на принадлежность масла к группе по эксплуатационным свойствам. Например, МГ-15-В: МГ — масло гидравлическое; 15 — класс вязкости; В — группа масла по эксплуатационным свойствам.

10.5. Смазочные материалы и консервационные масла

Литиевые смазки получили наибольшее распространение во всем мире благодаря своим ценным эксплуатационным качествам. Во многом они отвечают требованиям, предъявляемым к идеальному смазочному материалу.

Литиевые смазки водостойки, выдерживают широкий диапазон температур и имеют хорошую механическую стабильность, могут применяться как в герметизированных, так и в негерметизированных узлах: шарниры рулевого управления и подвесок, ступицы передних колес с дисковыми тормозами, карданные шарниры и т.д.

Смазка Литол-24 мягкой консистенции вишневого, реже коричневого цвета. Ее можно использовать как единый смазочный материал для всех основных узлов трения автомобиля взамен практически всех смазочных материалов — солидолов, смазок 1-13, ЯНЗ-2, ЦИАТИМ-201 и др., причем в результате такой замены узел трения будет меньше изнашиваться, а сроки между сменой смазочного материала можно увеличить. Кроме того, Литол-24 обладает хорошими консервационными свойствами.

Наряду со смазкой Литол-24 выпускают также многоцелевые литиевые смазки Фиол-1, -2, -2М, -2У, -3, которые отличаются в основном степенью вязкости.

Основная особенность смазок ШРУС-4 и Фиол-2У состоит в том, что в эти смазки введена эффективная противозадирная добавка — дисульфид молибдена. Смазки ШРУС-4 и Фиол-24 считаются целевыми и специальными.

Высокими эксплуатационными свойствами обладает смазка ШРУС-4, которая была специально разработана для шарниров

равных угловых скоростей автомобиля «Нива». В дальнейшем ее стали использовать во многих переднеприводных моделях автомобилей для смазывания шарниров равных угловых скоростей подшипников (в том числе сцепление), деталей карбюраторов и телескопических стоек. Равноценной замены для смазки ШРУС-4 в шарнирах привода колес нет. В хорошо защищенных узлах (шарниры и подшипники) смазка ШРУС-4 может служить до КР автомобиля, что позволяет значительно снизить затраты на его ТО.

Смазка Северол-1 мягкой консистенции желтого или светло-коричневого цвета, высококачественная, низкотемпературная, близкая по составу к Литол-24, содержит антиокислительную и противоизносную присадки, может заменить почти все смазки, применяемые в автомобиле, но делать такую замену целесообразно только при эксплуатации автомобиля в зоне холодного климата.

Смазка ЦИАТИМ-201 мягкой консистенции желтого или светло-коричневого цвета, относится к низкотемпературным смазкам.

Смазка ЦИАТИМ-221 может применяться в разных климатических зонах нашей страны для смазывания в узлах трения всех типов при небольших удельных нагрузках и там, где требуется незначительное усилие сдвига, например в гибком вале спидометра. В случае отсутствия смазки ЦИАТИМ-221 вместо нее можно использовать смазки Фиол-2У, ВНИИНП-207 и -242.

Смазка № 158 синего цвета, применяется в подпятниках автотракторного электрооборудования и игольчатых подшипниках карданного вала, где может работать длительное время благодаря антиокислительной и противоизносной присадкам. Полноценной замены этой смазке нет. Частично ее может заменить Литол-24 или ШРУС-4, но срок их эксплуатации меньше. У смазки № 158 плохие низкотемпературные свойства, так как она изготовлена на вязком авиационном масле МС-20. Данное обстоятельство обязательно следует учитывать при ее использовании в зоне холодного климата.

Смазка ЛЗ-31 — специальная стабильная смазка для выжимного подшипника сцепления грузовых автомобилей (например, ЗИЛ, ГАЗ и т.п.), неводостойкая, так как изготавливается на сложных эфирах, а не на нефтяном масле.

Бариевые смазки несколько уступают литиевым по температурным характеристикам, однако превосходят их по водостойкости. Промышленность выпускает единственную комплексную бариевую смазку — ШРБ-4, которая относится к целевым смазкам, на вид слегка волокнистая, липкая, хорошо защищает от коррозии, сохраняет высокую работоспособность в присутствии воды, не оказывает вредного воздействия на резину. Благодаря своим качествам ШРБ-4 — лучший смазочный материал для шаровых шарниров автомобиля. При необходимости ШРБ-4 допустимо применять и в других узлах трения, например в подшипниках колес, хотя в дан-

ном случае уступает смазке Литол-24. Цвет смазки ШРБ-4 может быть от светло- до темно-коричневого.

Углеводородные смазки имеют очень высокую водостойкость и консервационную способность, поэтому их применяют как консервационные.

Вазелин технический волокнистый ВТВ-1 был создан для смазывания клемм аккумуляторных батарей автомобилей, не растворяется в электролите и воде, имеет благодаря адгезионной присадке хорошее сцепление с металлом, морозостоек. Однако для узлов трения ВТВ-1, как и обычный технический вазелин, совершенно непригоден, так как уже при температуре +45 °С расплавляется.

Существует еще ряд специализированных автомобильных смазок, применяемых только при сборке автомобиля. Например, натриевую смазку ДТ-1 с добавками сульфида молибдена и графита используют при сборке тормозных цилиндров отечественных автомобилей, смазку Литол-459/5 — в качестве несменяемой смазки в прерывателе-распределителе, комплексную кальциевую смазку Дисперол-1 — в замках, механизмах дверей и стеклоподъемниках (для этих же целей применяют цинковую смазку МЗ-10, содержащую графит).

Создание новых моделей автомобилей и их узлов, необходимость повышения ресурса отдельных узлов автомобиля потребовали внедрения перспективных смазок. Так, при сборке шаровых шарниров с тефлоновым покрытием рабочих поверхностей в ОАО «АВТОВАЗ» была применена дисульфидмолибденовая смазка Лимол, так как другие смазки не выдерживали нагревания, предусмотренного технологией сборки шарнира. Установка на автомобиле вакуумного усилителя потребовала применения новой смазки марки Силикол.

Система обозначения смазок. Смазки подразделяют на четыре группы: антифрикционные; консервационные; уплотнительные; канатные. Наиболее распространенными являются антифрикционные смазки, которые предназначены для снижения изнашивания и трения скольжения сопряженных деталей. Антифрикционные смазки делят на следующие подгруппы: С — общего назначения для обычной температуры (до +70 °С); О — общего назначения для повышенной температуры (до +110 °С); М — многоцелевые, работоспособные при температуре –30...+130 °С в условиях повышенной влажности; Ж — термостойкие (+150 °С и выше); Н — морозостойкие (низкотемпературные, ниже –40 °С); И — противозадирные и противоизносные (подшипники качения при контактных напряжениях выше 250 МПа, скольжения — выше 150 МПа); Х — химически стойкие; П — приборные; Т — редукторные (трансмиссионные); Д — приработочные (противозадирные); З — консервационные (защитные); К — канатные; А — арматурные; Р — резьбовые; В — вакуумные (уплотнительные).

Кроме назначения и области применения в классификационном обозначении смазок указывают тип загустителя, рекомендуемый температурный диапазон, дисперсионную среду и консистенцию. Загуститель обозначают первыми двумя буквами названия металла, входящего в состав мыла: Ка — кальциевое, На — натриевое, Ли — литиевое, Ли-Ка — литиево-кальциевое.

Уменьшенный в 10 раз рекомендуемый температурный диапазон (ориентировочный) указывают дробью: в числителе без знака «–» минимальная температура, а в знаменателе максимальная.

Тип дисперсионной среды и присутствие твердых добавок обозначают строчными буквами: у — синтетические углеводороды; к — кремнийорганические жидкости; г — добавка графита; д — дисульфида молибдена. Отсутствие индекса свидетельствует о том, что смазка приготовлена на нефтяной основе. Класс консистенции смазок соответствует определенному значению пенетрации (0—7). Чем выше число пенетрации, тем мягче смазка.

Например, товарная литиевая смазка Литол-24 — МЛи 4/13-3: М — многоцелевая антифрикционная, работоспособная в условиях повышенной влажности; Ли — загущена литиевыми мылами, работоспособна в интервале температур –40...+130 °С. Отсутствие индекса дисперсионной среды означает, что смазка приготовлена на нефтяном масле. Цифра 3 условно характеризует консистенцию, соответствующую пенетрации 220—250 при температуре +25 °С.

Консервационные масла. Для предохранения металлических поверхностей тракторов и автомобилей, сельскохозяйственных машин от коррозии используют пластичные смазки и жидкие масла.

Наиболее распространена смазка ПВК, защищающая от коррозии изделия из черных и цветных металлов в таре и без тары. Защитная смазка УНЗ содержит петролатум, церезин и цилиндровое масло, по свойствам близка к ПВК. К защитным относится и смазка ГОИ-54п, предназначенная для консервации точных механизмов и приборов на срок до 5 лет. Для консервации грубых металлических поверхностей машин при хранении до 1 года применяют петролатумы. Защитные пластичные смазки наносят на металлические поверхности в ненагретом состоянии лопаткой, ветошью, в нагретом до +85... 115 °С окунанием, кистью и другими способами.

Надежную защиту от коррозии обеспечивают консервационные масла К-17, НГ-203А, -203Б, содержащие ингибиторы коррозии. Консервационные масла рекомендуется использовать для консервации внутренних или наружных поверхностей изделий при хранении в закрытых помещениях или под навесом.

Для приготовления рабоче-консервационных моторных, трансмиссионных и других масел, используемых для внутренней и наружной консервации агрегатов автотракторной техники и сельскохозяйственных машин, служит защитная антикоррозионная присадка Акор-1.

Для приготовления рабоче-консервационного масла присадку нагревают до +70 °С и при перемешивании добавляют в рабочее масло. Все агрегаты, подготовленные к консервации с использованием присадки Акор-1, вводят в эксплуатацию без расконсервации и замены масла в картере. Если во время эксплуатации рабоче-консервационное масло не меняли, то при повторной постановке техники на хранение его не сливают, а только дозаправляют до нормального уровня. Предельный срок защиты, обеспечиваемый рабоче-консервационными маслами, достигает 3 лет.

Эффективную защиту от коррозии наружных и внутренних поверхностей сельскохозяйственных машин и запасных частей обеспечивает консервационный состав Кормин, представляющий собой раствор ингибиторов, окисленного петролатума и церезина в минеральном масле.

Защитные пленочные покрытия. Пленкообразующие ингибированные нефтяные составы (ПИНС), или защитные пленочные покрытия, представляют собой растворенные композиции, которые после нанесения на металл и испарения растворителя образуют пленки, выполняющие функции защитных материалов.

На основе продуктов переработки нефти, загустителей, маслорастворимого ингибитора коррозии и растворителей изготавливают защитное пленочное покрытие НГ-216. После нанесения на детали распылением, окунанием или кистью растворители испаряются, на поверхности образуется воскообразная пленка толщиной 100...500 мкм. Смесью присадки Акор-1, синтетических жирных кислот, окисленного петролатума, церезина, синтетической смолы и олифы является брикетообразный концентрат ВЗМ-МЛ-1. После смешивания с растворителем («Мовиль») его используют для защиты от коррозии скрытых сечений автомобилей. Наносят автоконсервант распылением под давлением около 0,3 МПа.

Для защиты от коррозии изделий сельскохозяйственной техники в различных климатических зонах предназначен состав Ингибит-С, представляющий собой раствор битума, окисленного петролатума, сульфоната кальция. Перспективными средствами консервации являются защитные составы на основе микрокристаллических восков, которые надежно защищают металл на срок до 1 года. К их числу относятся микровосковой состав ПЭВ-74 и защитная водно-восковая дисперсия ЗВВД-13.

10.6. Специальные жидкости

Для обеспечения нормального функционирования агрегатов, механизмов и систем автомобилей и тракторов со специфическими рабочими процессами и условиями работы необходимо применять специальные жидкости.

Амортизаторные жидкости. Условия работы жидкостей в автомобильных амортизаторах и гидравлических приводах существенно различаются и не позволяют использовать в них одну и ту же жидкость.

В то же время в амортизаторах разных конструкций (телескопические, рычажные и др.) применяют одинаковые жидкости.

В подвесках современных автомобилей используют, как правило, гидравлические телескопические амортизаторы. В процессе работы жидкости в амортизаторах сильно нагреваются и отдают теплоту через корпус в окружающую среду. Давление жидкости в автомобильных амортизаторах может достигать 10 МПа. Кроме того, жидкость длительное время контактирует с резиновыми деталями амортизатора.

Амортизаторные жидкости представляют собой маловязкие масла, которые должны обладать следующими свойствами: вязкость должна обеспечивать подвижность жидкости во всем диапазоне рабочих температур и необходимые усилия амортизатора при гашении колебаний кузова автомобиля; хорошие смазывающие и антикоррозионные свойства; высокая термоокислительная стабильность, обеспечивающая долговременную работу.

В гидравлических амортизаторах автомобилей применяют нефтяные маловязкие масла или их смеси (веретенное масло АУ или смесь трансформаторного и турбинного масла в соотношении 1 : 1).

Лучшими эксплуатационными свойствами обладают автомобильные всесезонные амортизаторные жидкости АЖ-12Т и МГП-10.

Охлаждающие жидкости. Исходя из назначения и условий применения охлаждающие жидкости в автотракторных двигателях должны удовлетворять следующим требованиям:

- высокая теплоемкость и хорошая теплопроводность;
- оптимальная вязкость, не требующая больших затрат мощности на прокачку;
- температура кипения должна превышать максимально допустимую температуру в системе охлаждения на 25...30 °С, что препятствует образованию паровоздушных пробок;
- малый коэффициент объемного расширения;
- термическая стабильность без образования отложений (накипи) в системе охлаждения;
- не вызывать коррозии металлов и не разрушать резиновые детали и уплотнения системы охлаждения;
- не вспениваться в процессе работы;
- пожаробезопасная, нетоксичная, низкая стоимость.

Наиболее распространенной охлаждающей жидкостью является вода: нетоксична, обладает высокой теплоемкостью, однако высокая температура замерзания затрудняет эксплуатацию двигателей в условиях низких температур окружающего воздуха. Увеличение объема воды при замерзании может привести к поврежде-

нию и разрушению элементов системы охлаждения. Вода имеет сравнительно низкую температуру кипения, поэтому рабочая температура в системе не должна превышать +90...95 °С. В разреженной атмосфере температура кипения воды понижается, поэтому в горных районах с увеличением высоты допустимое значение температуры воды в радиаторе понижается. Один из существенных недостатков воды — образование накипи.

В настоящее время в системах охлаждения получили распространение низкозамерзающие жидкости на основе этиленгликоля (антифризы). Будучи добавленным к воде, этиленгликоль образует смесь, имеющую температуру замерзания ниже температуры замерзания воды (смесь 53 % этиленгликоля и 47 % воды (антифриз М-40) имеет температуру замерзания –40 °С, а смесь 66 % этиленгликоля и 34 % воды (антифриз М-65) — температуру замерзания –65 °С).

На основе этиленгликоля выпускают также охлаждающие жидкости, используемые как в зимнее, так и в летнее время Тосол А40 и А65. Тосол обладает более высокой, чем у воды, температурой кипения, что позволяет увеличивать допустимое значение температуры в системе охлаждения.

Этиленгликолевые жидкости имеют большой коэффициент объемного расширения. При нагревании до рабочей температуры их объем увеличивается на 6...8 %, что необходимо учитывать при заполнении системы охлаждения. Поскольку этиленгликоль имеет низкую температуру вспышки (+122 °С), имеется вероятность воспламенения при появлении течи в системе охлаждения. Этиленгликоль и его водные растворы токсичны и требуют осторожного обращения.

Внешний вид низкозамерзающих жидкостей следующий: антифриз М-40 — слабомутная желтоватая; антифриз М-65 — слабомутная оранжевая; Тосол А-40М — голубая без механических примесей; Тосол А-65М — красная без механических примесей; «Лена» — желто-зеленая без механических примесей.

Тормозные жидкости. Эксплуатационные свойства тормозных жидкостей определяются составом основных компонентов, входящих в них. Тормозные жидкости должны иметь хорошие вязкостно-температурные свойства; высокую температуру кипения при поглощении влаги; хорошие смазывающие свойства; отсутствие склонности к образованию твердых частиц и сгустков во время использования и хранения; высокие антикоррозионные и защитные свойства; совместимость с резиновыми уплотнениями; высокую стабильность при хранении. Технические требования к тормозным жидкостям иностранного производства определяются нормативными документами (стандарты SAE J 1703, FMVSS 116, ISO 4925).

В зависимости от основы тормозные жидкости делятся на минеральные, гликолевые и силиконовые.

Минеральные тормозные жидкости представляют собой смеси касторового масла, получаемого из масленичной культуры клещевины, и спирта. Смесь на основе бутилового спирта образует тормозную жидкость БСК, а смесь на основе этилового спирта — ЭСК.

Жидкость на основе касторового масла обладает хорошими смазывающими и защитными свойствами, негигроскопична, но имеет низкую температуру кипения, поэтому ее нельзя использовать в приводах с дисковыми тормозами, так как жидкость в их рабочих цилиндрах может достигать температуры +150 °С, а иногда и более высокой. При отрицательных температурах вязкость БСК сильно возрастает: при –20 °С работа тормозов затруднительна, а при –40 °С жидкость БСК застывает.

Жидкости на основе минеральных масел (ISO 7308) практически не обладают гигроскопичностью, поэтому температура их кипения (при отсутствии абсорбции влаги) не снижается. Для обеспечения меньшей зависимости вязкости от температуры в тормозную жидкость добавляют специальные присадки. Тормозные жидкости на основе минеральных масел нельзя смешивать с другими жидкостями, в которых в качестве основы применяют гликоли, чтобы не допустить набухания резиновых уплотнительных элементов гидравлического привода тормозов. Кроме того, при снижении температуры из раствора будут выпадать сгустки касторового масла, которые могут препятствовать прохождению жидкости по тормозной системе.

Гликолевые тормозные жидкости изготавливают на основе различных соединений гликолей. Их свойства противоположны свойствам касторовых жидкостей. При удовлетворительных смазывающих свойствах гликолевые жидкости имеют высокую начальную температуру кипения и низкую температуру застывания, однако при насыщении влагой их температура кипения снижается (вследствие их гигроскопичности).

Тормозные жидкости на гликолевой основе, как правило, соответствуют требованиям международного стандарта DOT 3. Однако если свободные гидроксиды в их составе частично связаны сложными эфирами с борной кислотой, образуется высококачественная тормозная жидкость DOT 4 (или DOT 4+, Super DOT 4), которая при взаимодействии с влагой полностью ее нейтрализует. Снижение температуры кипения тормозной жидкости DOT 4 за время ее эксплуатации по сравнению с жидкостью DOT 3 происходит значительно медленнее, потому срок службы тормозной жидкости DOT 4 больше.

Силиконовые тормозные жидкости (SAE J 1705), как и минеральные, не абсорбируют влагу. Накопленная в тормозной жидкости вода в свободном состоянии при нагревании выше +100 °С выпаривается, а при охлаждении ниже 0 °С замерзает, что препятствует нормальной работе тормозной системы. Кроме того, тор-

мозные жидкости на силиконовой основе имеют худшие смазывающие свойства, что существенно ограничивает их широкое применение.

Важнейшими эксплуатационными свойствами тормозных жидкостей являются вязкостно-температурные свойства (температура кипения свежей жидкости, температура кипения увлажненной жидкости, вязкость); гигроскопичность; совместимость; агрессивность к резиновым уплотнениям и др.

Отечественная промышленность выпускает следующие автомобильные тормозные жидкости: БСК, ГТЖ-22М, «Нева», «Томь» и «Роса».

Жидкость БСК изготавливается на основе касторового масла и бутилового спирта в равных количествах с добавкой красителя, применяется в гидравлических приводах тормозов и сцеплений грузовых и легковых автомобилей, кроме автомобилей ВАЗ. Жидкость БСК используют в весенне-летний и осенний периоды до температуры –20 °С. В летний период в тормозной системе возможно образование паровых пробок. Попадание воды в систему приводит к нарушению однородности жидкости и делает ее непригодной к применению.

Жидкость БСК не совместима с тормозными жидкостями на гликолевой основе и не соответствует международным стандартам.

Жидкость «Томь» изготавливается на основе этилкарбитола и боратов с добавлением загустителей и антикоррозионных присадок. Жидкость обеспечивает надежную работу гидравлических приводов тормозов грузовых и легковых автомобилей российского производства и применяется в качестве всесезонной во всех климатических зонах, кроме районов Крайнего Севера.

Жидкость «Томь» не совместима с БСК, совместима с тормозной жидкостью «Роса» и соответствует международным стандартам США FMVSS 116 (тип DOT 3).

Жидкость «Роса» изготавливается на основе борсодержащих олигомеров, оксидов алкиленов с добавлением антикоррозионной и антиокислительной присадок.

Жидкость имеет хорошие высокотемпературные свойства и обеспечивает надежную работу при использовании в тормозных системах (в том числе в тормозных механизмах дискового типа и при больших нагрузках во время торможения) всех типов российских легковых автомобилей в температурном интервале –50...+50 °С, применяется в качестве всесезонной во всех климатических зонах, кроме районов Крайнего Севера.

Жидкость «Роса» не совместима с БСК, полностью совместима с тормозными жидкостями «Нева» и «Томь», соответствует международным стандартам США FMVSS 116 (тип DOT 4).

Жидкость «Нева» изготавливается на основе этилкарбитола с добавлением загустителя и антикоррозионных присадок, обеспе-

чивает надежную работу в температурном интервале –50...+50 °С и применяется в качестве всесезонной во всех климатических зонах, кроме районов Крайнего Севера, в гидравлических приводах тормозов и сцеплений российских легковых автомобилей за исключением автомобилей ГАЗ. При увлажнении температура кипения жидкости «Нева» снижается, что увеличивает вероятность образования паровых пробок в тормозной системе и повышает коррозионную агрессивность жидкости к металлам.

Жидкость «Нева» совместима с тормозными жидкостями «Роса» и «Томь».

Жидкость ГТЖ-22М изготавливается на основе диэтиленгликоля и этилцеллозольва с антикоррозионными присадками, применяется в качестве всесезонной во всех климатических зонах, кроме районов Крайнего Севера. Жидкость ГТЖ-22М не совместима с тормозной жидкостью БСК.

10.7. Шины

Пневматическая шина — это упругая оболочка, монтируемая на обод колеса и заполняемая сжатым воздухом.

Требования к шинам весьма разнообразны и в ряде случаев противоречивы.

Обеспечение высокой комфортабельности автомобиля. Данное требование к шине в первую очередь определяется ее радиальной податливостью, сглаживающими и поглощающими свойствами. Помимо названных свойств влияние шин на комфортабельность автомобиля оценивается уровнем шума при прямолинейном и криволинейном движении; сопротивлением повороту управляемых колес при маневрировании; радиальным и боковым биениями, которые передаются на рулевое управление.

Обеспечение безопасности движения. Реализация этого требования в основном определяется прочностью каркаса шины, способного противостоять действию внутреннего давления и ударным нагрузкам. Борт шины при движении не должен соскальзывать с полки обода, даже если из-за утечки воздуха в ней создалось пониженное внутреннее давление. В противном случае шина может сложиться в глубокий монтажный ручей обода или вообще соскочить с него. Удар жестким ободом о твердое дорожное покрытие может вызвать неуправляемый поворот автомобиля, его занос или даже опрокидывание. Шина, полностью соскочившая с обода, может заклинить подвеску и (или) рулевое управление. Выполнение данного требования обеспечивается конструкцией не только шины, но и обода.

При проколе шины воздух из нее должен выходить медленно (лучше не выходить вообще), а увеличение сопротивления каче-

нию не должно быть большим. Желательно, чтобы шина позволяла двигаться без давления воздуха в ней до ближайшей стоянки, где можно было бы ее заменить или отремонтировать.

Безопасность шины определяется также следующими ее свойствами: устойчивость прямолинейного движения; способность двигаться с высокими скоростями без опасности возникновения сильных вибраций и разрушения; хорошие сцепные свойства как в продольном, так и в боковом направлениях, а также на дорогах с мокрым, загрязненным, заснеженным или обледенелым покрытиями.

Безопасность и надежность шины в эксплуатации во многом определяется процессами, происходящими в пятне контакта шины с дорогой. На каждый элемент протектора действуют удельное давление и касательное напряжение. Под их влиянием при определенных режимах возникает проскальзывание отдельных зон протектора относительно дороги. Особенно способствуют этому уменьшение внутреннего давления воздуха, изменение углов установки колес, большие скорости движения. Как следствие, снижается устойчивость автомобиля, возникает неравномерный износ протектора.

Высокие экономические показатели. Экономичность шины определяется ее стоимостью и эксплуатационными затратами. Стоимость шины определяется не только ее конструкцией и стоимостью материалов, но и рядом экономических показателей, характерных для ее конкретного производства. Эксплуатационные затраты в первую очередь зависят от периодичности замены шин. Это комплексное свойство в основном определяется износостойкостью протектора шины и свойствами применяемых материалов. Ходимость шин также зависит от стойкости каркаса против разрушения, в частности вследствие динамических нагрузок от наездов на препятствия, существенно зависит от особенностей эксплуатации (соответствие давления воздуха в шине рекомендуемому изготовителем, наличие и величина дисбаланса, правильность установки развала и схождения колес на автомобиле), а также от манеры управления автомобилем.

Удобство компоновки. С позиций размещения колес и шин на автомобиле они должны иметь минимально допустимые размеры, вследствие чего уменьшается высота и ширина колесной ниши (это позволяет увеличить объем салона, моторного отсека и багажника легкового автомобиля и улучшить планировку салона автобуса); высота легкового автомобиля, высота пола автобуса или положения грузовой платформы грузового автомобиля (это важно для ускорения погрузки и выгрузки); пространство, занимаемое запасным колесом.

Однако при этом уменьшается и дорожный просвет, который должен соответствовать типу автомобиля, условиям эксплуатации и не может быть меньше определенной величины.

Следует также иметь в виду, что шины большего диаметра обладают лучшей сглаживающей способностью, обеспечивают лучшую проходимость и более стойки при ударах о дорожные неровности. Внутренний диаметр обода колеса ограничивает максимальный диаметр диска или барабана колесного тормоза. Поэтому в ряде случаев конструктор вынужден увеличивать диаметр обода, чтобы вписать в него тормозной механизм.

При выборе модели шин следует ориентироваться на сведения завода — изготовителя автомобиля о его максимальной скорости и нагрузке на ось. Не следует применять шины с большей шириной профиля, повышенной грузоподъемности — это приводит к повышенному расходу топлива.

На управляемые колеса на хороших дорогах рекомендуется устанавливать шины с наименьшим расчленением рисунка протектора, в основном с продольными канавками, что обеспечит им больший ресурс при меньшем расходе топлива автомобилем, на ведущую ось — с дополнительными поперечными канавками, чтобы улучшить сцепление с дорогой. На одной оси должны быть установлены шины одной модели и размера, иначе будет боковой увод автомобиля, неравномерный износ протектора.

В новую покрышку всегда следует устанавливать новую камеру, поскольку старая обладает повышенной воздухопроницаемостью и ослабленной прочностью.

Таблица П1

Периодичность и трудоемкость технического обслуживания и текущего ремонта подвижного состава

Модели автомобилей	Периодичность технического обслуживания, тыс. км		Трудоемкость технического обслуживания, чел.-ч			Удельная трудоемкость текущего ремонта, чел.-ч/1 000 км
	ТО-1	ТО-2	ЕО	ТО-1	ТО-2	
ГАЗ-24-11 (такси)	5,0	20,0	0,35	2,60	9,20	2,9
«Москвич-2140121»	10,0	20,0	0,30	2,30	8,80	2,5
ЛиАЗ-5256	5,0	20,0	1,13	5,80	24,60	4,8
ЛиАЗ-677Г	3,5	14,0	1,15	7,90	32,70	7,0
ЛиАЗ-677, -677М	3,5	14,0	1,00	7,50	31,50	6,8
ЛАЗ-4207	5,0	20,0	0,92	4,60	16,60	3,9
ЛАЗ-697Р, -697Н	5,0	20,0	0,80	5,80	24,00	6,5
ЛАЗ-695Н, -695НТ	5,0	20,0	0,95	6,60	25,80	6,9
«Ikarus-250», -255	5,0	20,0	1,40	10,00	40,00	9,0
«Ikarus-260», -263	5,0	20,0	1,20	9,50	35,00	8,5
«Ikarus-280», -283	5,0	20,0	1,80	13,50	47,00	11,0
ПАЗ-672	3,0	12,0	0,70	5,50	18,00	5,3
КамАЗ-5320, -5511*	4,0	12,0	0,75	1,91	8,73	6,7
КамАЗ-5410	4,0	12,0	0,67	1,93	8,57	6,7
КамАЗ-53212, -54112	4,0	12,0	0,67	2,29	9,98	6,7
ЗИЛ-130**	3,0	12,0	0,45	2,0...2,20	10,60...10,80	3,6/3,4

Окончание табл. П1

Модели автомобилей	Периодичность технического обслуживания, тыс. км		Трудоемкость технического обслуживания, чел.-ч			Удельная трудоемкость текущего ремонта, чел.-ч/1 000 км
	ТО-1	ТО-2	ЕО	ТО-1	ТО-2	
ЗИЛ-431410**	4,0	20,0	0,45	1,90... 2,20	10,40... 10,80	3,5/3,4
МАЗ-5432	5,0	20,0	0,50	4,75	11,30	5,8
МАЗ-6422	5,0	20,0	0,60	5,00	12,00	6,4
МАЗ-54322, -54323	8,0	24,0	0,50	4,75	11,30	5,2
МАЗ-64227, -64229	8,0	24,0	0,60	5,00	12,00	6,4
МАЗ-5335	4,0	16,0	0,30	3,20	12,00	5,8
МАЗ-5429	4,0	16,0	0,35	3,20	12,50	6,0
МАЗ-5549	4,0	16,0	0,50	3,50	13,70	6,3
МАЗ-504В	4,0	16,0	0,35	3,10	14,10	5,2
МАЗ-5430	4,0	16,0	0,40	3,35	13,60	6,0
КрАЗ-256Б1	2,5	12,5	0,45	3,70	14,70	6,4
КрАЗ-257	2,5	12,5	0,50	3,50	14,70	6,2
КрАЗ-258	2,5	12,5	0,40	3,70	14,30	6,6
КрАЗ-255Б	2,5	12,5	0,50	3,30	16,10	6,8
КрАЗ-255В	2,5	12,5	0,40	3,40	15,50	6,6
КрАЗ-255Л	2,5	12,5	0,45	3,30	16,20	7,0
ГАЗ-53-12***	4,0	16,0	0,42/ 0,50	2,20/2,00	9,10/12,00	3,8
ГАЗ-3307	4,0	16,0	0,50	1,90	11,20	3,2
УАЗ-452****	3,0	12,0	0,30	1,50	7,70	3,6

* Для автомобилей КамАЗ-5320, -55102, -5511 и -5410 дополнительно предусмотрено ТО-4000 с нормативом 4,48 чел.-ч, для КамАЗ-53212, -54112 — 4,51 чел.-ч.

** В знаменателе данные без диагностирования, в числителе — с диагностированием.

*** В знаменателе данные по автомобилям выпуска до 01.01.1985 г., в числителе — после.

**** Нормативы приведены по первой части Положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта.

Условия эксплуатации автомобилей

Категория условий эксплуатации	Условия движения		
	за пределами пригородной зоны (более 50 км от границы города)	в малых городах (до 100 тыс. жителей) и в пригородной зоне	в больших городах (более 100 тыс. жителей)
I	$Д_1—Р_1, Р_2, Р_3$	—	—
II	$Д_1—Р_4$ $Д_2—Р_1, Р_2, Р_3, Р_4$ $Д_3—Р_1, Р_2, Р_3$	$Д_1—Р_1, Р_2, Р_3, Р_4$ $Д_2—Р_1$	
III	$Д_1—Р_5$ $Д_2—Р_5$ $Д_3—Р_4, Р_5$ $Д_4—Р_1, Р_2, Р_3, Р_4, Р_5$	$Д_1—Р_5$ $Д_2—Р_1, Р_2, Р_3, Р_4, Р_5$ $Д_3—Р_1, Р_2, Р_3, Р_4, Р_5$ $Д_4—Р_1, Р_2, Р_3, Р_4, Р_5$	$Д_1—Р_1, Р_2, Р_3, Р_4, Р_5$ $Д_2—Р_1, Р_2, Р_3, Р_4$ $Д_3—Р_1, Р_2, Р_3$ $Д_4—Р_1$
IV	$Д_5—Р_1, Р_2, Р_3, Р_4, Р_5$	$Д_5—Р_1, Р_2, Р_3, Р_4, Р_5$	$Д_2—Р_5$ $Д_3—Р_4, Р_5$ $Д_4—Р_2, Р_3, Р_4, Р_5$ $Д_5—Р_1, Р_2, Р_3, Р_4, Р_5$
V	$Д_6—Р_1, Р_2, Р_3, Р_4, Р_5$		

Примечание. Дорожные покрытия: $Д_1$ — цементобетон, асфальтобетон, брусчатка, мозаика; $Д_2$ — битумоминеральные смеси (щебень или гравий, обработанные битумом); $Д_3$ — щебень (гравий) без обработки, дегтебетон; $Д_4$ — булыжник, колотый камень, грунт и малопрочный камень, обработанные вяжущими материалами, зимники; $Д_5$ — грунт, укрепленный или улучшенный местными материалами; лежневое или бревенчатое покрытие; $Д_6$ — естественные грунтовые дороги; временные внутрикарьерные и отвальные дороги; подъездные пути, не имеющие твердого покрытия. Тип рельефа местности (определяется высотой над уровнем моря): $Р_1$ — равнинный (до 200 м); $Р_2$ — слабохолмистый (200...300 м); $Р_3$ — холмистый (300...1 000 м); $Р_4$ — гористый (1 100...2 000 м); $Р_5$ — горный (свыше 2 000 м).

Таблица 1.

Зависимость коэффициента корректирования нормативов K_1* от условий эксплуатации

Категория условий эксплуатации	Периодичность технического обслуживания	Удельная трудоемкость текущего ремонта	Пробег до капитального ремонта*	Расход запасных частей**
I	1,0	1,0	1,0	1,00
II	0,9	1,1	0,9	1,10
III	0,8	1,2	0,8	1,25
IV	0,7	1,4	0,7	1,40
V	0,6	1,5	0,6	1,65

Примечание. После определения скорректированной периодичности проверяется ее кратность между видами обслуживания с последующим округлением до целых сотен километров.

* При корректировании нормы пробега до капитального ремонта двигателя коэффициент K_1 принимается равным 0,7 — для III категории условий эксплуатации, 0,6 — для IV категории и 0,5 — для V категории.

** Соответственно коэффициент K_1 корректирования норм расхода запасных частей для двигателя составляет 1,4 — для III категории условий эксплуатации, 1,65 — для IV категории и 2 — для V категории.

Таблица П4

Коэффициент корректирования нормативов в зависимости от модификации подвижного состава и организации его работы K_2

Модификация подвижного состава и организация его работы	Трудоемкость технического обслуживания и текущего ремонта	Пробег до капитального ремонта	Расход запасных частей
Базовый автомобиль	1,00	12,00	1,00
Седельные тягачи	1,10	0,95	1,05
Автомобили с одним прицепом	1,15	0,90	1,10
Автомобили с двумя прицепами	1,20	0,85	1,20
Автомобили-самосвалы при работе на плечах свыше 5 км	1,15	0,85	1,20
Автомобили-самосвалы при работе на коротких плечах до 5 км	1,20	0,80	1,25
Автомобили-самосвалы с двумя прицепами	1,25	0,75	1,30
Специализированный подвижной состав (в зависимости от сложности оборудования)*	1,1 ... 1,20	—	—

* Нормативы трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта специализированного подвижного состава должны уточняться по конкретному семейству подвижного состава.

Таблица П5

Коэффициент корректирования нормативов в зависимости от природно-климатических условий $K_3 = K'_3 K''_3$

Характеристика климатического района	Периодичность технического обслуживания	Удельная трудоемкость текущего ремонта	Пробег до капитального ремонта	Расход запасных частей
Коэффициент K'_3				
Умеренный	1,0	1,0	1,0	1,0
Умеренно теплый, умеренно теплый влажный, теплый влажный	1,0	0,9	1,1	0,9
Жаркий сухой, очень жаркий сухой	0,9	1,1	0,9	1,1
Умеренно холодный	0,9	1,1	0,9	1,1
Холодный	0,9	1,2	0,8	1,25
Очень холодный	0,8	1,3	0,7	1,4
Коэффициент K''_3				
С высокой агрессивностью окружающей среды	0,9	1,1	0,9	1,1

Примечания:

1. Корректирование нормативов производится для серийных моделей автомобилей, в конструкциях которых не учтены специфические особенности работы в данных районах.

2. Агрессивность окружающей среды учитывается при постоянном использовании подвижного состава для перевозки химических грузов, вызывающих интенсивную коррозию деталей.

Таблица П6

Коэффициент корректирования нормативов удельной трудоемкости текущего ремонта K_4 и продолжительности простоя в техническом обслуживании и ремонте K'_4 в зависимости от пробега с начала эксплуатации

Пробег с начала эксплуатации в долях от нормативного пробега до капитального ремонта	Легковые автомобили		Автобусы		Грузовые автомобили	
	K_4	K'_4	K_4	K'_4	K_4	K'_4
До 0,25	0,4	0,7	0,5	0,7	0,4	0,7
Свыше 0,25 до 0,50	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,7
Свыше 0,50 до 0,75	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Свыше 0,75 до 1,00	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2
Свыше 1,00 до 1,25	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3
Свыше 1,25 до 1,50	12,6	1,4	1,5	1,4	1,4	1,3
Свыше 1,50 до 1,75	2,0	1,4	1,8	1,4	1,6	1,3
Свыше 1,75 до 2,00	2,2	1,4	2,1	1,4	1,9	1,3
Свыше 2,00	2,5	1,4	2,5	1,4	2,1	1,3

Таблица П7

Коэффициент корректирования нормативов трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта в зависимости от числа обслуживаемых и ремонтируемых автомобилей и числа технологически совместимых групп подвижного состава K_5

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

Примечание. Число автомобилей в технологически совместимой группе должно быть не менее 25.

Таблица П8

Распределение подвижного состава по технологически совместимым группам при производстве технического обслуживания и текущего ремонта

Типы подвижного состава	I	II	III	IV	V
Легковые автомобили	АЗЛК ИЖ, ВАЗ	ГАЗ	—	—	—
Автобусы	—	РАФ, УАЗ	КАвЗ, ПАЗ	ЛАЗ(бензиновый), ЛиАЗ	ЛАЗ (дизель)
Грузовые автомобили	ИЖ	УАЗ, ЕрАЗ	ГАЗ	ЗИЛ, КАЗ, «Урал»	МАЗ, КрАЗ, КамАЗ

Примечания:

1. Технологически совместимая группа включает в себя подвижной состав, конструкция которого позволяет использование одних и тех же постов и оборудования для технического обслуживания и текущего ремонта.

2. Организация работ и выбор оборудования для технического обслуживания и текущего ремонта подвижного состава внутри каждой технологически совместимой группы осуществляется с учетом производственной программы.

3. Специальный и специализированный подвижной состав (за исключением автомобилей-самосвалов и автомобилей-фургонов) формируется в виде дополнительных технологически совместимых групп с учетом базовой модели автомобиля и сложности конструкции установленного на нем специального оборудования.

1. *Авдеев М. В., Воловик Е. Л., Ульман И. Е.* Технология ремонта машин и оборудования. — М.: Агропромиздат, 1986. — 247 с.

2. *Белецкий Б. Ф.* Технология и механизация строительного производства. — Ростов н/Д.: Феникс, 2003. — 752 с.

3. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения: Учебник для вузов / В. В. Варнаков, В. В. Стрельников, В. Н. Попов. — М.: Колос, 2001. — 256 с.

4. *Васильев А. А.* Дорожные машины. — М.: Машиностроение, 1987. — 416 с.

5. *Гинзбург Ю. В., Швед А. И., Воловик Е. Л.* Промышленные тракторы. — М.: Машиностроение, 1986. — 296 с.

6. *Зайцев Н. В., Акимов А. П.* Эксплуатация и ремонт машинно-тракторного парка: Учеб. пособие для вузов. — М.: Колос, 1993. — 349 с.

7. *Зангиев А. А., Лышко Г. П., Скороходов А. Н.* Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка: Учебник для вузов. — М.: Колос, 1996. — 320 с.

8. *Иофинов С. А., Лышко Г. П.* Эксплуатация машинно-тракторного парка. — М.: Колос, 1984. — 351 с.

9. *Клинковштейн Г. И., Афанасьев М. Б.* Организация дорожного движения: Учебник для вузов. — М.: Транспорт, 2001. — 247 с.

10. *Кравец В. Н., Горынин Е. В.* Законодательные и потребительские требования к автомобилям: Учеб. пособие для вузов. — Н. Новгород: Изд-во НГТУ, 2000. — 400 с.

11. Краткий автомобильный справочник / А. Н. Понизовкин, Ю. М. Власко, М. Б. Ляликов и др. — М.: АО «ТРАНСКОНСАЛТИНГ»: НИИАТ, 1994. — 779 с.

12. Организация и планирование грузовых автомобильных перевозок: Учеб. пособие для вузов / Л. А. Александров, А. И. Малышев, А. П. Кожин и др.; Под ред. Л. А. Александрова. — М.: Высш. шк., 1986. — 336 с.

13. Пассажирские автомобильные перевозки: Учебник для студ. вузов / Л. Л. Афанасьев, А. И. Воркут, А. Б. Дьяков и др.; Под ред. Н. Б. Островского. — М.: Транспорт, 1986. — 220 с.

14. Ремонт дорожных машин, автомобилей и тракторов: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Б. С. Васильев, Б. П. Долгополов, Г. Н. Доценко и др.; Под ред. В. А. Зорина. — М.: Мастерство, 2001. — 512 с.

15. *Синельников А. Ф., Балабанов В. И.* Автомобильные топлива, масла и эксплуатационные жидкости: Краткий справочник. — М.: За рулем, 2003. — 176 с.

16. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В. М. Власов, С. В. Жанказиев, С. М. Круглов и др.; Под ред. В. М. Власова. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 480 с.

17. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов и др.; Под ред. Е. С. Кузнецова. — М.: Наука, 2001. — 535 с.

18. Тракторы. Конструкция: Учебник для вузов / И. П. Ксеневич, В. М. Шарипов, Л. Х. Арустамов и др.; Под общ. ред. И. П. Ксеневича, В. М. Шарипова. — М.: Машиностроение, 2000. — 821 с.

19. Основы агрономии: Учеб. пособие для сред. проф. образования / Н. Н. Третьяков, Б. А. Ягодин, А. М. Туликов и др.; Под ред. Н. Н. Третьякова. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 360 с.

20. Эксплуатационная технологичность конструкций тракторов / В. М. Михлин, К. И. Диков, В. М. Стариков и др.; Под общ. ред. Н. Ф. Чухчина, В. М. Старикова. — М.: Машиностроение, 1982. — 256 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

РАЗДЕЛ I
ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Глава 1. **Условия эксплуатации автомобилей** 4
1.1. Общие сведения 4
1.2. Основные технические характеристики автомобильных дорог 8
1.3. Безопасность автомобиля 15
1.4. Особенности эксплуатации автомобилей в специфических условиях 21

Глава 2. **Показатели работы автомобильного транспорта** 34
2.1. Технико-эксплуатационные показатели 34
2.2. Показатели работы автотранспортных средств на линии 37
2.3. Производительность подвижного состава 41
2.4. Себестоимость автомобильных перевозок 50

Глава 3. **Применение специализированных транспортных средств** 53
3.1. Особенности эксплуатации и требования к конструкции автомобилей в различных отраслях экономики 53
3.2. Автомобильные поезда 59
3.3. Перевозка грузов в контейнерах 65
3.4. Особенности эксплуатации и требования к конструкции пассажирских автомобилей 71

Глава 4. **Диагностика, техническое обслуживание и ремонт автомобилей** 77
4.1. Диагностирование технического состояния автомобиля 77
4.2. Диагностика двигателя, трансмиссии и ходовой части 81
4.3. Система технического обслуживания автомобилей 85
4.4. Станции технического обслуживания 93
4.5. Смазочные, крепежные и регулировочные работы 97
4.6. Ремонт двигателя 101
4.7. Экологические показатели на транспорте 105

РАЗДЕЛ II
ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ТРАКТОРОВ

Глава 5. **Технологические процессы сельскохозяйственного производства и средства их механизации** 118

5.1. Классификация тракторов ... 118
5.2. Технологические процессы сельскохозяйственного производства ... 121
5.3. Энергетические средства сельскохозяйственного производства ... 122
5.4. Особенности использования машинно-тракторных агрегатов в условиях фермерских и других хозяйств новых типов ... 126
5.5. Основные задачи рациональной эксплуатации машинно-тракторных агрегатов ... 127
5.6. Требования сельскохозяйственного производства к конструкции тракторов ... 131
5.7. Приспособленность конструкции трактора к агрегатированию и выполнению технологических операций ... 134
5.8. Способы борьбы с загрязнением окружающей среды при эксплуатации тракторов ... 137

Глава 6. **Основы производственной эксплуатации тр...торов в сельском хозяйстве** ... 141
6.1. Основные эксплуатационно-технологические свойства сельскохозяйственных машин ... 141
6.2. Тяговый баланс машинно-тракторных агрегатов ... 145
6.3. Кинематика движения машинно-тракторного агрегата при выполнении сельскохозяйственных работ ... 152
6.4. Способы движения машинно-тракторных агрегатов при выполнении сельскохозяйственных работ ... 159
6.5. Производительность машинно-тракторного агрегата ... 164
6.6. Эксплуатационные затраты при работе машинно-тракторных агрегатов ... 168

Глава 7. **Использование тракторов при выполнении основных сельскохозяйственных работ** ... 174
7.1. Основные понятия о комплексной механизации возделывания и уборки сельскохозяйственных культур ... 174
7.2. Понятие о почве и ее плодородии ... 175
7.3. Внесение удобрений и средств защиты растений ... 179
7.4. Основная обработка почвы ... 184
7.5. Предпосевная обработка почвы ... 187
7.6. Посев и посадка основных сельскохозяйственных культур ... 189
7.7. Уборка зерновых культур ... 193
7.8. Уборка картофеля ... 199
7.9. Механизированные полевые работы по заготовке кормов ... 202
7.10. Особенности технологии механизированных работ в условиях фермерских хозяйств и других новых форм организации труда ... 205

Глава 8. **Использование тракторов в других отраслях экономики** ... 207
8.1. Классификация промышленных тракторов ... 207
8.2. Условия эксплуатации промышленных тракторов ... 209
8.3. Использование промышленных специальных тракторов ... 223
8.4. Использование тракторов в лесном хозяйстве ... 228

8.5. Использование тракторов в коммунальном хозяйстве 232
8.6. Транспорт в сельском хозяйстве и промышленности 235
Глава 9. **Основы технической эксплуатации тракторов** 239
9.1. Организация технического сервиса в современных условиях 239
9.2. Основные положения системы технического обслуживания тракторов 245
9.3. Особенности эксплуатации тракторов в специфических условиях 248
9.4. Организация и технология хранения тракторов 250
9.5. Техническое диагностирование тракторов 255
9.6. Организация ремонта тракторов 268
9.7. Ремонтопригодность конструкции трактора 281
9.8. Эксплуатационная технологичность конструкций тракторов 285
Глава 10. **Эксплуатационные материалы** 293
10.1. Жидкие топлива 293
10.2. Газообразное топливо 296
10.3. Моторные масла 299
10.4. Трансмиссионные масла 303
10.5. Смазочные материалы и консервационные масла 305
10.6. Специальные жидкости 309
10.7. Шины 314
Приложение 317
Список литературы 325

Учебное издание

Баженов Светослав Петрович,
Казьмин Борис Николаевич,
Носов Сергей Владимирович

Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов

Учебник

Редактор *С. И. Зубкова*
Технический редактор *О. Н. Крайнова*
Компьютерная верстка: *Н. Н. Лопашова*
Корректоры *Т. Н. Морозова, С. Ю. Свиридова*

Изд. № А-1436-I. Подписано в печать 28.06.2005. Формат 60×90/16.
Гарнитура «Таймс». Печать офсетная. Бумага тип. № 2. Усл. печ. л. 21,0.
Тираж 3000 экз. Заказ № 517

Издательский центр «Академия».
Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.02.953.Д.004796.07.04 от 20.07.2004.
117342, Москва, ул. Бутлерова, 17-Б, к. 360. Тел./факс: (095)330-1092, 334-8337.

Отпечатано на Саратовском полиграфическом комбинате.
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59.

ACADEMIA

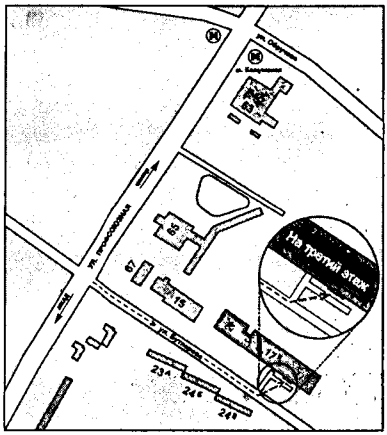
Книги Издательского центра «АКАДЕМИЯ» можно приобрести

В розницу:

- Выставка-продажа литературы издательства (Москва, ул. Черняховского, 9, здание Института развития профессионального образования). Тел./факс: (095) 152-1878
- Книжный клуб «Олимпийский» (Москва, Олимпийский пр-т, 16, 5-й этаж, место 20; 3-й этаж, место 166)
- Книжная ярмарка на Тульской (Москва, Варшавское шоссе, 9, магазин-склад «Марко»)
- Московский дом книги (Москва, ул. Новый Арбат, 8)
- Дом педагогической книги (Москва, ул. Б. Дмитровка, 7/5; ул. Кузнецкий мост, 4)
- Торговый дом «Библио-Глобус» (Москва, ул. Мясницкая, 6)
- Дом технической книги (Москва, Ленинский пр-т, 40)
- Дом медицинской книги (Москва, Комсомольский пр-т, 25)
- Магазин «Библиосфера» (Москва, ул. Марксистская, 9)
- Сеть магазинов «Новый книжный» (Москва, Сухаревская пл., 12; Волгоградский пр-т, 78)

Оптом:

- Москва, ул. Бутлерова, 17-Б, 3-й этаж, к. 360 (здание ГУП «Книгоэкспорт»). Тел./факс: (095) 334-7873, 330-1092, 334-8337. E-mail: sales@academia-moscow.ru



- Москва, Автомобильный пр-д, 10 (территория ГУП «Таганское»). Тел./факс: (095) 975-8927, 975-8928. E-mail: sales@academia-moscow.ru
- Санкт-Петербург, наб. Обводного канала, 211-213, литер «В». Тел./факс: (812) 259-6229, 251-9253. E-mail: fspbacad@peterstar.ru (оптово-розничная торговля)

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «АКАДЕМИЯ»

ACADEMIA

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!
ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«АКАДЕМИЯ»

ПРЕДЛАГАЕТ ВАШЕМУ ВНИМАНИЮ
СЛЕДУЮЩИЕ КНИГИ:

В. Г. КАЛЫГИН
ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ
Объем 432 с.

В учебном пособии рассмотрены вопросы экологии разных отраслей промышленности, приоритетные принципы формирования экологически безопасных и энергосберегающих технологий обезвреживания отходов (газообразных, жидких и твердых). Приведена методика анализа влияния технических параметров процессов и аппаратов (машин) на условия образования вредных выбросов в атмо-, лито- и гидросферу; обсуждаются экологические основы устойчивого функционирования промышленных и коммунально-городских объектов в чрезвычайных ситуациях и направления эволюции систем предварительной подготовки и вторичной переработки отходов.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Защита окружающей среды». Может быть полезно аспирантам, инженерам, сотрудникам городского хозяйства, слушателям факультетов повышения квалификации соответствующих отраслей.

Т. И. ТРОФИМОВА
КУРС ФИЗИКИ
Объем 560 с.

Учебное пособие состоит из семи частей, в которых изложены физические основы механики, молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, квантовой физики атомов, молекул и твердых тел, физики атомного ядра и элементарных частиц. Рационально решен вопрос об объединении механических и электромагнитных колебаний. Установлена логическая преемственность и связь между классической и современной физикой. Приведены контрольные вопросы и задачи для самостоятельного решения.

Для студентов высших учебных заведений.

Т. И. ТРОФИМОВА, А. В. ФИРСОВ

КУРС ФИЗИКИ. ЗАДАЧИ И РЕШЕНИЯ

Объем 592 с.

Учебное пособие охватывает все разделы курса и соответствует учебной программе по физике для втузов. Около половины задач приведены с подробными решениями и объяснениями, остальные предусмотрены для самостоятельного решения. Это дает возможность использовать данное пособие в качестве задачника для вузов. Пособие состоит из семи глав, охватывающих все разделы курса физики для инженерно-технических специальностей высших учебных заведений.

Для студентов высших учебных заведений. Может быть использовано преподавателями для составления опорных конспектов к семинарам. Наличие подробных решений большого количества задач, в том числе и не требующих знания высшей математики, позволяет использовать это пособие при подготовке в вузы абитуриентами и на подготовительных курсах.

Т. И. ТРОФИМОВА, А. В. ФИРСОВ

КУРС ФИЗИКИ. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ: ТЕОРИЯ, ЗАДАЧИ И РЕШЕНИЯ

Объем 256 с.

В учебном пособии рассмотрены вопросы курса физики: механические колебания, электрические колебания, упругие волны, электромагнитные волны, интерференция света, дифракция света, распространение света в веществе, поляризация света. Теоретический материал дополнительно прорабатывается подробными решениями большого количества задач и качественными вопросами.

Для студентов высших технических учебных заведений. Может быть полезно преподавателям, студентам средних профессиональных учебных заведений, а также абитуриентам.

Т. В. АРТЕМЬЕВА, Т. М. ЛЫСЕНКО, А. Н. РУМЯНЦЕВА, С. П. СТЕСИН

ГИДРАВЛИКА, ГИДРОМАШИНЫ И ГИДРОПНЕВМОПРИВОД

Объем 336 с.

В учебном пособии изложены основы механики жидкости и газа, приведены примеры практических расчетов. Представлены сведения о гидравлических машинах, гидродинамических передачах, объемном гидравлическом и пневматическом приводах, при-

меняемых в автомобильном транспорте и других самоходных транспортных средствах.

Для студентов высших учебных заведений.

Ю. В. ДЕМЕНТЬЕВ, Ю. С. ЩЕТИНИН

САПР В АВТОМОБИЛЕ- И ТРАКТОРОСТРОЕНИИ

Объем 224 с.

В учебнике рассмотрены методы и средства автоматизированного проектирования автомобилей, тракторов и составляющих их элементов, принципы построения систем автоматизированного проектирования и их классификация по структуре и функциональным возможностям. Даны описание средств автоматизированного проектирования, используемых в автомобиле- и тракторостроении, и их классификация по структуре и функциональным возможностям.

Для студентов высших учебных заведений.

П. А. КОЛЕСНИК, В. С. КЛАНИЦА

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Объем 320 с.

В учебнике изложены сведения о металлах и их сплавах, автомобильных топливах, смазочных материалах, технических жидкостях, пластмассах, лакокрасочных и резиновых материалах, используемых при производстве, ремонте, техническом обслуживании и эксплуатации автомобилей. Приведены показатели, характеризующие их свойства, а также технико-экономические требования к каждому материалу, позволяющие судить о возможной сфере его использования с целью обеспечения минимальных эксплуатационных затрат.

Для студентов высших учебных заведений. Может быть полезен специалистам.

А. А. МЕЛЬНИКОВ

ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

Объем 280 с.

В учебном пособии изложена общая теория управления и регулирования в технических системах автомобилей и тракторов.

Учебное пособие написано в соответствии с дисциплиной «Теория автоматического управления».

Для студентов высших учебных заведений.

А. А. МЕЛЬНИКОВ

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ: СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОНИКИ И АВТОМАТИКИ

Объем 376 с.

В учебном пособии изложены общие принципы управления, построения системы управления двигателем, трансмиссией, автомобилем на тяговых и тормозных режимах. Приведены сведения по организации комбинированного привода и привода электромобиля.

Для студентов высших учебных заведений.

ОСНОВЫ ЭРГОНОМИКИ И ДИЗАЙНА АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

Под ред. В. М. ШАРИПОВА

Объем 256 с.

В учебнике рассмотрены принципы антропометрии, основы компоновки рабочего места водителя и посадочных мест пассажиров. Изложены принципы построения рабочей среды водителя и внутреннего объема кузова или кабины с учетом требований активной и пассивной безопасности, приведены сведения об аэродинамике машин и основных законах дизайнерских решений по экстерьеру и интерьеру объектов проектирования.

Для студентов высших учебных заведений. Может быть полезен специалистам, занимающимся разработкой новых и модернизацией существующих моделей автомобилей и тракторов.

А. Н. РОМАНОВ

АВТОТРАНСПОРТНАЯ ПСИХОЛОГИЯ

Объем 224 с.

В учебном пособии изложены основы психофизиологии труда водителя и инженерной психологии. Описаны факторы, определяющие надежность водителей, и мероприятия по ее повышению в различных видах водительской деятельности; показано влияние психологических и личностных качеств, а также погодных условий на поведение водителей; представлены методы их совершенство-

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «АКАДЕМИЯ»

вания и тренировки, технические средства психофизиологического отбора водителей. Рассмотрены психофизиологические особенности управления автомобилем в ночное время и на больших скоростях.

Для студентов высших учебных заведений.

А. Д. РУБЕЦ

ИСТОРИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА РОССИИ

Объем 304 с.

В учебном пособии рассказывается о средствах передвижения до автомобильной эпохи и первых автомобилях, показан вклад российских изобретателей и ученых в создание транспортных средств, который рассматривается в общей исторической последовательности развития дорожного транспорта. Большое внимание уделено истории организации автомобильных перевозок, автомобильному рынку, испытательным пробегам, специализации подвижного состава, его техническому обслуживанию и ремонту, автомобильным выставкам и общественным организациям, подготовке кадров и т. д.

Для студентов высших учебных заведений. Может быть использовано при подготовке и повышении квалификации автотранспортных кадров, а также широким кругом читателей, интересующихся историей отечественного автомобилизма — от его возникновения до наших дней.

В. Н. ВИНОКУРОВ, Н. В. ЕРЕМИН

СИСТЕМА МАШИН В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Объем 320 с.

В учебнике рассмотрены основные положения системы машин с учетом особенностей лесохозяйственного производства, принципы зональности применения средств механизации, технологические процессы производства основных лесохозяйственных работ и технологические комплексы машин. Освещены вопросы теории и практики комплектования лесохозяйственных агрегатов, составляющих систему машин; энергетические средства системы машин в лесном хозяйстве; способы определения потребности в агрегатах; организационные формы использования техники, входящей в систему машин; критерии оценки эффективности системы машин.

Для студентов высших учебных заведений.