

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СЫКТЫВКАРСКИЙ ЛЕСНОЙ ИНСТИТУТ (филиал)  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
“САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ ИМ. С. М. КИРОВА”

**Кафедра механизации в агропромышленном комплексе**

**Л. А. Попов**

## **ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

Учебное пособие (лабораторный практикум)  
по дисциплине “Эксплуатация машинно-тракторного парка”  
для студентов направления 560800 “Агроинженерия”  
по специальностям 311300 “Механизация сельского хозяйства”,  
311400 “Электрификация и автоматизация сельского хозяйства”  
всех форм обучения

СЫКТЫВКАР 2004

УДК 631.372  
П58

Рассмотрено и рекомендовано к изданию методическим советом сельскохозяйственного факультета Сыктывкарского лесного института 26 ноября 2003 г.

**Рецензенты:**

кафедра “Машины и оборудование лесного комплекса”  
(Сыктывкарский лесной институт);

Б. П. Евдокимов, кандидат технических наук, профессор, академик РИА;

С. И. Федосеев, начальник отдела технической политики  
и производственно-технического обеспечения агропромышленного комплекса  
Министерства сельского хозяйства Республики Коми

**Ответственный редактор:**

В. И. Мальцев, доцент

УДК 631.372  
П58

**Попов, Л. А.** Эксплуатация машинно-тракторного парка в агропромышленном комплексе: Учеб. пособие (лаб. практикум) по дисциплине “Эксплуатация машинно-тракторного парка” для студ. направления 560800 “Агроинженерия” по спец. 311300 “Механизация сельского хозяйства”, 311400 “Электрификация и автоматизация сельского хозяйства” всех форм обучения / Л. А. Попов; Сыктывкарский лесной ин-т. – Сыктывкар, 2004. – 152 с.

Настоящее учебное пособие разработано с целью оказать помощь студентам сельскохозяйственного факультета по специальностям “Механизация сельского хозяйства”, “Электрификация и автоматизация сельского хозяйства” при выполнении лабораторных работ по дисциплине “Эксплуатация машинно-тракторного парка”. Даны теоретические разделы дисциплины, содержание лабораторных работ, литература. Соответствует требованиям учебных планов и программ для подготовки студентов по направлению “Агроинженерия” всех форм обучения.

Табл. 38. Рис. 17. Схем 5. Прил. 10. Библиогр. 25 назв.

© Л. А. Попов, 2004

© Сыктывкарский лесной институт (филиал)  
государственного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
“Санкт-Петербургская государственная  
лесотехническая академия им. С. М. Кирова”, 2004

## ВВЕДЕНИЕ

Проблемами обоснования методов и способов рациональной эксплуатации машинно-тракторных агрегатов (МТА), машинно-тракторного парка (МТП) и высокоэффективного использования сельскохозяйственной техники занимается *наука об эксплуатации машинно-тракторного парка* (ЭМТП). Также она разрабатывает технические, технологические и организационные мероприятия, направленные на полную реализацию потребительских свойств сельскохозяйственных машин.

В новых условиях хозяйствования компетентность, инициативность, предприимчивость работников решающим образом влияют на эффективность производства. Компетентность нужна не только в технических, но и организационных, управленческих и экономических вопросах. Именно на этом качестве должны основываться деловая инициативность и предприимчивость.

Переход к рыночным отношениям и эффективное функционирование сельскохозяйственного производства возможно только на основе механизации и автоматизации и при качественном применении высокопроизводительной техники. Также должны быть экономически обоснованы создание или реконструкция базы для проведения технического обслуживания и ремонта, отношения со специализированными предприятиями технического сервиса.

К основным условиям производства относится подготовка полей с учетом современных требований к зоне неуверенного земледелия. Нужно уметь маневрировать техникой и людьми в зависимости от погодных условий, особенно при уборке урожая и заготовке кормов, экономически обосновать применение каждого агрегата, чтобы с минимальными затратами поддерживать нормальные технологические процессы. При этом должны возрасти производительность труда, снижены издержки на единицу продукции, а это во многом зависит от профессионализма, овладения нормами деловой этики и управленческой культуры.

В пособии представлены четыре главы, характеризующие основы эксплуатации машинно-тракторного парка. Каждая глава содержит общие сведения, таблицы с техническими характеристиками машин, схемы, рисунки и лабораторную работу с примерами решения поставленных задач. В приложениях даны технические характеристики применяемых тракторов для Северо-западной зоны Российской Федерации, а для более углубленного изучения технологических, организационных вопросов приведен список рекомендуемой литературы.

# Глава 1. ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН И АГРЕГАТОВ

## 1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

*Эксплуатация машины* – это процесс реализации ее потребительских свойств, включающий в себя использование машины по своему назначению, поддержание ее исправности и работоспособности (диагностирование, техническое обслуживание), обеспечение ее функционирования (подготовка к использованию и техническому обслуживанию, технологическое обслуживание, хранение, транспортирование и т. п.).

*Технологические операции* подразделяются:

- на основные (направленные на изменение свойств обрабатываемого материала, продукта или среды);
- вспомогательные (направленные на облегчение, улучшение или обеспечение выполнения основной операции).

С технологическими процессами тесно связаны *транспортные операции* (перемещение материалов, технических средств, рабочей силы и т. п.).

*Сельскохозяйственный агрегат* – это сочетание мобильных машин с источником энергии (энергетическими средствами), передаточными и вспомогательными устройствами.

*Машино-тракторный агрегат* \* (МТА) – это сельскохозяйственный агрегат с механическим, электрическим и другими источниками энергии.

*Машино-тракторный парк* (МТП) представляет собой совокупность мобильных машин предприятия (кооператива, акционерного общества, объединения и т. п.) вместе с энергетическими средствами и вспомогательными устройствами.

## 1.2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Для производства зерна, картофеля, овощей и других продуктов растениеводства нужно вспахать землю, готовить к посеву, сеять, обрабатывать междурядья пропашных культур, проводить уборку и заниматься послеуборочной обработкой продуктов урожая. Количество технологиче-

---

\* Понятие “машино-тракторный агрегат” происходит от слова **traction** – тянуть, перемещать, а не от слова “трактор”, который не обязателен в составе МТА.

ских операций в сельском хозяйстве очень велико и выполняются эти операции машинно-тракторными агрегатами. Источником энергии для агрегата с трактором, оборудованным тепловым двигателем, является *топливо*. В двигателе внутреннего сгорания химическая энергия топлива преобразуется в тепловую энергию горючей смеси, а далее в механическую и реализуется в виде крутящего момента через трансмиссию движителю. В результате в определенных условиях при достаточном сцеплении с почвой создается движущая сила, которая сообщает трактору (машине) ускорение при трогании с места и изменении скорости движения, а также преодолевает сопротивление при установившемся движении. Работа и движение агрегата происходят при непрерывном изменении условий. К ним относятся природно-климатические, конструктивные, эксплуатационные и агротехнологические факторы, которые будут рассмотрены ниже.

### **1.3. КРАТКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

Тракторы выбираются по номинальной силе тяги на крюке. Номинальная сила тяги на крюке будет такой, при которой колесный трактор (4К2) на стерне буксует на 17,5, а гусеничный – на 5 %.

Наибольшее применение в сельскохозяйственном производстве получили тракторы девяти тяговых классов: 0,2; 0,6; 0,9; 1,4; 2; 3; 4; 5; 6 с соответствующими значениями тяговых усилий: 2; 6; 9; 14; 20; 30; 40; 50; 60 кН<sup>\*</sup>.

К *энергетическим средствам тягового класса 0,2* относятся тракторы АМЖК-8 “Малыш”; Т-0,8; “Кутаиси-718”; “Гольдони-Т18”; МТЗ-050/080 и др., а также мотоблоки различных конструкций. В основном они применяются в арендных коллективах, фермерских и личных подсобных хозяйствах для механизации работ в овоще- и картофелеводстве, кормопроизводстве, а также садоводстве.

Трактор **АМЖК-8 “Малыш”** предназначен для работ всех видов в личных подсобных хозяйствах и общественном секторе. На нем установлен карбюраторный четырехтактный двухцилиндровый двигатель УД-25Г воздушного охлаждения с запуском от электростартера (12 В)

---

<sup>\*</sup> В прил. 1–10 приведены рисунки и основные технические показатели наиболее широко применяемых тракторов в северо-западной части России.

мощностью 7,3 кВт. Номинальная частота вращения коленчатого вала – 3000 об/мин. Удельный расход топлива на номинальной эксплуатационной мощности – 435 г/(кВт · ч). Трактор может двигаться вперед (пять скоростей) и назад (две скорости) соответственно 2–18 и 4–12 км/ч. Оборудован передним и задним валами отбора мощности. Кроме того, можно использовать промежуточный вал для отбора мощности непосредственно с двигателя.

Также промышленностью выпускаются *мотоблоки* аналогичного назначения. Их основные технические данные приведены в табл. 1.1.

**Таблица 1.1**

Мотоблоки

Марка	Двигатель	Тип карбюраторного двигателя	Мощность, кВт
МБ-1	ДМ-1	четырёхтактный одноцилиндровый	3,07
“Крот”	ДМ-1	двухтактный	1,77
М-3	СД-606	двухтактный	1,47
МТЗ-0,5	УД-15	четырёхтактный	3,70
“Кутаиси” Супер-610	АЛН-330	четырёхтактный	4,80

С массовым поступлением мини-тракторов и мотоблоков инженерной службе в колхозах, совхозах и других предприятиях АПК следует наладить техническое обслуживание и ремонт этих средств независимо от того, кому они принадлежат.

Целесообразнее укомплектовать малые животноводческие фермы на семейном подряде мини-техникой. В этом плане следует разумно сочетать тягловых животных, мини-технику и более мощные тракторы.

*Энергетические средства тягового класса 0,6* (Т-16МГ, на его базе шасси Т-16М; СШ-28; Т-25; Т-30) служат для работы в растениеводстве, для междурядной обработки почвы, посева, уборки, погрузочных и транспортных работ. Этот класс представлен новым трактором Т-30А-80.

Трактор **Т-30А-80** оборудован двигателем мощностью 22,1 кВт и частотой вращения коленчатого вала 2150 об/мин. Диаметр цилиндра – 105 мм, ход поршня – 120 мм, удельный расход топлива – 245 г/(кВт · ч). Реверсивный мост управления можно использовать с навесными, полунавесными и прицепными орудиями для всех сельскохозяйственных работ.

По сравнению с предшествующей моделью Т-25А трактор Т-30А-80 оборудован регулятором глубины пахоты, гидрофицированным крюком, маятниковым прицепным устройством, передним ведущим мостом. На

базе этого трактора создают тепличные низко- и высококлиренсные модели. Частота вращения независимого вала отбора мощности – 1000 и 540 об/мин.

Некоторые виды работ, предназначенные для тракторов тягового класса 1,4, следует выполнять тракторами Т-30А-80. Их выгодно агрегатировать с однобрусными косилками, косилкой-подборщиком-погрузчиком Е-0,62, косилкой-измельчителем КИР-1,8, машинами для механизации уборки льна (оборачивателем льна ОСН-1, подборщиком тресты ПТН-1) и химической обработки растений. Вследствие применения трактора Т-30А-80 вместо Т-25А производительность труда увеличивается на 15–30 %, погектарный расход топлива снижается на 10–12 %.

Перед конструкторами сельскохозяйственного машиностроения поставлена задача: повысить ресурс тракторов и шасси класса 0,6 и исключить капитальный ремонт на весь срок амортизации.

*Энергетические средства тягового класса 0,9* служат для основной и поверхностной обработки почвы, сеноуборочных и транспортных работ. Они представлены трактором **Т-40М** и его модификацией **Т-40АМ** с передним ведущим мостом. На этих тракторах установлены двигатели Д-144 номинальной мощностью 39 кВт.

Дифференциал переднего ведущего моста трактора Т-40АМ представляет собою сдвоенную обгонную муфту двустороннего действия храпового типа. Муфта включается автоматически при буксовании задних колес выше 4 %.

Трактористу созданы комфортные условия труда.

*Энергетические средства тягового класса 1,4* (МТЗ-80/82; ЮМЗ-6С; ЮМЗ-6СТ) предназначаются для работ общего назначения на повышенных скоростях: посева, ухода, уборки пропашных культур, внесения удобрений и транспортных работ.

На базе тракторов МТЗ-80/82 созданы новые тракторы **МТЗ-100** и **МТЗ-102**. На них установлен дизель Д-245 мощностью 77,2 кВт с турбокомпрессором ТКР-7С-4. Повышена надежность деталей цилиндропоршневой группы, однако унификация предшествующим двигателем Д-240 составляет 86,4 %. На тракторах применена коробка передач с переключением под нагрузкой. Пара постоянно замкнутых шестерен выбирается с помощью гидropоджимных фрикционных муфт. В коробке имеются выходы на привод переднего моста, синхронного заднего вала отбора мощности. Для получения малых скоростей установлен ходоуменьшитель. Коробка имеет шесть диапазонов по четыре скорости в каждом. На этих

тракторах установлена система автоматической блокировки заднего моста с помощью фрикционной муфты, управляемой от датчика на рулевом управлении. Муфта выключается при отклонении передних колес более 12° от прямолинейного движения.

У трактора МТЗ-102 при помощи гидроподжимной муфты автоматически включается ведущий передний мост, если буксование задних колес превышает 5 %. В тяжелых дорожных условиях и при необходимости в движении задним ходом передний мост включают принудительно, замыкая гидроподжимную муфту переднего моста.

В раздельно-агрегатной гидравлической системе тракторов используются все способы регулирования положения навесного орудия:

- силовой,
- позиционный,
- смешанный (позиционно-силовой),
- высотный.

Для этих тракторов разработано переднее навесное устройство, что позволяет комплектовать комбинированный агрегат из серийных машин.

Тракторы оборудованы универсальной пневматической системой для эффективного управления тормозами прицепов как с пневматическим, так и с гидравлическим приводом. Это позволяет формировать тракторные поезда с несколькими прицепами при любых дорожных условиях. В кабине установлен блок фильтрации воздуха с подогревом. Рулевая колонка регулируется по высоте и наклону. Помимо обычных приборов, введены манометры давления масла в гидросистеме коробки передач и воздуха в пневмосистеме, индикатор засоренности воздухоочистителя, контрольные лампы. По сравнению с исходными моделями производительность тракторов увеличилась до 18 %, а на некоторых работах, где скорость не ограничена агротехническими требованиями, на 19–52 %.

*Энергетические средства тягового класса 2 (ЛТЗ-155 интегрального типа; Т-70С; Т-90С) – универсально-пропашные колесные и гусеничные тракторы, применяющиеся для обработки почвы, посева, уборки, транспортировки сельскохозяйственных культур.*

Гусеничные тракторы Т-70С, Т-90С применяют для возделывания свеклы.

Вариант трактора **Т-90С** – это модель, унифицированная с трактором МТЗ-80 на 65 % и подверженная модернизации с увеличением мощности дизеля до 66,1 кВт.

Выпускается новый интегральный колесный трактор **ЛТЗ-155**. Он предназначен для возделывания пропашных культур с междурядьем 45,



70, 90 см. Трактор агрегируется с машинами шириной захвата 18 рядков для свеклы, 12 – для кукурузы и 8 – для картофеля. По сравнению с тракторами МТЗ-82 производительность труда при этом повышается в 1,3–2 раза, удельный расход топлива снижается на 10 %. Можно эффективно работать с комбинированными агрегатами, а также выполнять работы общего назначения. Мощность трактора – 110 кВт.

Модель колесного трактора **ЛТЗ-155** отличается от классической формы и компоновки тракторов “Беларусь” тем, что здесь использованы интегральная схема, одинаковые передние и задние колеса. Оба моста ведущие и управляемые, из-за чего радиус поворота трактора невелик. На нем впервые в отечественной практике установлена передняя навеска, что позволяет совмещать операции при выполнении полевых работ. Кабина вынесена вперед, поэтому трактор легче использовать как седельный тягач, можно навесить емкости опрыскивателей, агрегатов для внесения удобрений и т. д.

*Энергетические средства тягового класса 3.* Большое распространение получили гусеничные тракторы, которые предназначены для работ общего пользования (ДТ-75М; ДТ-75Н; ДТ-175М; Т-150). Колесные модификации **Т-150К** и **Т-151К** предназначены для производства работ общего назначения на повышенных скоростях и транспортных работ.

Энергетические средства тягового класса 3 представлены и более энергонасыщенными новыми моделями гусеничных тракторов Т-153, ДТ-175С и ВТ-200.

Трактор **Т-153** снабжен двигателем СМД-60 (СМД-62) мощностью 110 кВт и предназначен для выполнения основных сельскохозяйственных (пахоты, культивации, сева, боронования и т. д.) и погрузочно-разгрузочных работ. Характеризуется высокой энергонасыщенностью и экономичностью. На нем выполнены:

- трансмиссия с переключением передач под нагрузкой;
- независимый двухскоростной вал отбора мощности (540 и 1000 об/мин);
- упругобалансирная ходовая система;
- пневмосистема, которая предназначена для снижения усилия выключения главной муфты сцепления и привода тормозов прицепа;
- комфортабельная кабина.

По сравнению с трактором Т-74 производительность труда увеличилась на 60–80 % при снижении погектарного расхода топлива на 8–10 %. С целью увеличения ресурса трактора изменен механизм ходоуменьши-

теля за счет пересмотра скоростного ряда. Скорость движения трактора Т-153 – от 3,8 до 17,5 км/ч.

На тракторе ДТ-175С “Волгарь” установлен двигатель СМД-66 номинальной мощностью 125 кВт. В новых моделях установлен восьмицилиндровый дизель СМД-86 номинальной мощностью 140 кВт (диаметр цилиндра – 130 мм, ход поршня – 115 мм). В обоих дизелях применен турбонаддув, а в СМД-66 – еще и промежуточное охлаждение наддувочного воздуха.

На тракторе ДТ-175С впервые в отечественном тракторостроении использована гидромеханическая трансмиссия. Она состоит из двухдисковой сухой, постоянно замкнутой муфты главного сцепления, карданного вала, гидротрансформатора Г4-400-70, механической коробки передач с ходоуменьшителем, конечных передач.

*Гидротрансформатор* – принципиально новый узел в трансмиссии. Он представляет собой гидравлическую лопастную машину, в которой механическая энергия преобразуется в энергию рабочей жидкости и обратно в круге циркуляции. Крутящий момент таким образом передается от ведущего насосного колеса к колесу турбины. Благодаря гидротрансформатору, скорость движения трактора изменяется автоматически бесступенчато в зависимости от тяговой нагрузки на крюке, разрывается жесткая кинематическая связь между дизелем и трансмиссией, демпфируются колебательные процессы, уменьшаются пиковые динамические нагрузки. В результате этого увеличивается ресурс всех механизмов и деталей трансмиссии. Применение гидротрансформатора позволило упростить коробку передач. Существуют две рабочие, две технологические и одна передача заднего хода; скорость движения трактора – от 0,5 (с включенным ходоуменьшителем) до 18 км/ч.

По сравнению с ДТ-75 в заднем мосте и конечных передачах изменено передаточное число, усилены шестерни и применен круговой зуб (*зе-рол*) на главной конической передаче заднего моста. При помощи трансмиссии автоматически поддерживается заданная скорость движения при оптимальном режиме работы двигателя, поэтому механизатор может сосредоточить свое внимание на контроле качества выполняемой работы. Новый трактор агрегируется с 205 машинами, практически со всеми машинами предшествующей модели ДТ-75 и трактора Т-150.

Производительность трактора ДТ-175С в 1,4–1,7 раза выше, чем трактора ДТ-75, что позволяет уменьшить на  $\frac{1}{3}$  потребность в механизаторах при выполнении основных сельскохозяйственных работ.

Трактор **Т-150КМ** – модернизированный вариант широко распространенного колесного трактора Т-150К. По сравнению с предшественником мощность его увеличилась с 129 до 147 кВт. При модернизации в конструкции принципиально ничего не изменилось, все усилия были направлены на увеличение надежности трактора. Производительность модернизированного трактора по сравнению с Т-150К увеличилась на 10–17 %.

*Тракторы класса 4 (Т-4; Т-4М)* нужны для производства работ общего назначения.

К *энергетическим средствам тягового класса 5* относится трактор **К-701** (К-700, К-700А).

Модернизация коснулась дизеля ЯМЗ-240БМ. По сравнению с дизелем ЯМЗ-240 его ресурс увеличился на 33 % (с 6 до 8 тыс. мото-ч). Расход топлива на номинальном режиме уменьшился на 3 %. Для повышения надежности на дизеле применены индивидуальные головки блока цилиндров, стык их с блоком уплотнен металлической прокладкой, на масляном кольце выполнены хромированные кромки. Все это позволило повысить ресурс двигателя и снизить расход масла на угар.

Перед конструкторами поставлена задача: создать новый гусеничный трактор сельскохозяйственного назначения мощностью 185 кВт. Он должен заменить тракторы Т-4А и Т-130М, используемые в сельском хозяйстве в настоящее время.

*Тракторы класса 6 (Т-130)* предназначены для выполнения земляных, плантажных и мелиоративных работ. Создана модель трактора **К-701М** мощностью 370 кВт. Увеличение мощности дизеля ЯМЗ-240БМ достигнуто за счет турбонаддува и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха. Проводятся работы по замене дизеля газовой турбиной. Трактор К-701М был испытан с газотурбинным двигателем ГТД-Т701 мощностью 230 кВт при частоте вращения турбины  $34500 \pm 50$  об/мин. Масса двигателя – 800 кг. В качестве топлива использовали керосин, дизельное топливо, газовый конденсат. Коэффициент приспособляемости (увеличение крутящего момента) газотурбинного двигателя в 2–3 раза выше, чем поршневого, потому появляется возможность упростить коробку передач. В случае применения газотурбинного двигателя для трактора К-701М достаточно коробки с четырьмя передачами.

При создании энергонасыщенных тракторов не только увеличилась производительность труда, но и их стоимость. На механизированные рабо-

ты приходится примерно 30 % затрат, при этом расходы на содержание техники в работоспособном состоянии составляют 74 %. До перехода к рыночной экономике на эти затраты не обращали внимания. Механизатору нужно было иметь исправный, желательно новый трактор. Это гарантировало его высокий заработок. Работа инженерной службы села оценивалась коэффициентом технической готовности машинно-тракторных агрегатов независимо от того, какой ценой он обеспечивался. Даже при переходе сельскохозяйственных предприятий на самоокупаемость большинство механизаторов, особенно работающих на подряде, стараются, как и прежде, получить новые машины и, отработав на них три-четыре года, заменить их новыми. Стимулирование зарплатой за выполнение нормо-смен на старых тракторах оказывается недостаточно эффективным. Причина такой негативной ситуации – несоответствие фактического расхода и планируемых средств на содержание техники в работоспособном состоянии.

Плановые отчисления на единицу работ не зависят от срока службы машин, а фактические из года в год растут. Так, для тракторов МТЗ-80, МТЗ-82 к концу срока амортизации с учетом снижения выработки более чем в 2 раза удельные затраты на текущий ремонт возрастают почти в 7 раз. Сезонная выработка зерновых комбайнов после восьмого года эксплуатации снижается вдвое, а затраты на содержание возрастают в 5–7 раз.

Аналогичная картина с другими машинами. Чтобы сделать выгодной эксплуатацию старой техники и активизировать бережное отношение к машинам (в том числе и для подрядных коллективов), необходимо дифференцировать отчисления на ее содержание в исправном состоянии в зависимости от срока ее службы или суммарной наработки.

Существующие нормативы затрат на ремонт и техническое обслуживание на условный эталонный гектар для тракторов и на физический гектар убранной площади для комбайнов разработаны в результате статистического анализа применительно к машинам, отработавшим около половины срока амортизации. Они отражают необходимый уровень затрат на содержание техники в исправном состоянии на весь срок ее амортизации, превышая фактические затраты первых лет эксплуатации и не покрывая их к концу амортизационного срока. С целью приведения в соответствие планируемых и фактических расходов разработаны поправочные коэффициенты [5, с. 35]. Сравнивая фактические затраты по маркам машин, можно вводить поправочные коэффициенты и рассчитывать себестоимость продукции каждого подрядного коллектива с учетом измененных отчислений на содержание техники, за ним закрепленной.

## **1.4. ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ И КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИН И ОРУДИЙ ДЛЯ ОСНОВНОЙ И ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

*Обработка почвы* – самая энергоемкая операция в сельском хозяйстве. На нее расходуется до 40 % энергозатрат, 25 % трудовых затрат в полеводстве, около 30 % топлива. Обработка почвы проводится для сохранения и улучшения ее плодородия. Система обработки почвы должна быть научно обоснованной.

Промышленность выпускает для основной обработки почвы 29 типов плугов общего назначения с числом корпусов от одного до девяти и 24 типа специальных плугов (лесных, кустарниково-болотных, плантажных, виноградниковых и др.). Обычные плуги поставляют с цилиндрическими, винтовыми, полувинтовыми, вырезными, безотвальными и двухъярусными корпусами. Базовую модель плуга, если нет специальной заявки, комплектуют корпусами с культурной поверхностью отвалов.

Основными направлениями совершенствования конструкции плугов предусмотрены:

- введение автоматической регулировки ширины захвата, позволяющей рационально загрузить трактор, снизить расход топлива, повысить производительность агрегата;
- навешивание плугов спереди и сзади трактора (тягово-толкающий агрегат), при этом нагрузка рационально распределяется по осям, в результате чего снижаются энергозатраты на передвижение агрегата;
- создание модульной конструкции плугов, при которой каждый корпус крепится к отдельной части рамы, образуя секцию (модуль); из модулей собирают плуги различной ширины захвата.

С учетом того, что в сельском хозяйстве эксплуатируются обычные и энергонасыщенные тракторы, по заказу потребителя поставляются плуги для работы на скоростях до 7 км/ч и для работы на повышенных скоростях – 9–12 км/ч.

*Обычный плуг* при работе с энергонасыщенным трактором при скорости вспашки 9–12 км/ч за счет длинного крыла отвала и большего угла его установки к линии тяги будет отшвыривать пласт и также не обеспечит выполнение агротехнических требований. Поэтому при заказе плугов нужно учитывать и характеристики почвы, и имеющийся в хозяйствах тракторный парк.

*Скоростные плуги* характеризуются более острым углом между линией тяги и лезвием лемеха и укороченным крылом отвала. Пласт обра-

чивается под действием инерции. При скорости вспашки до 7 км/ч скоростным плугом не обеспечиваются качество вспашки, оборот пласта и заделка растительных остатков.

Из принципиально новых плугов необходимо отметить следующие: трехкорпусный комбинированный навесной **ПВН-3-35** и ротационный **ПР-2,7**. Эти плуги рассчитаны на энергонасыщенные колесные тракторы тяговых классов 1,4 и 3, в которых на пахоте из-за недостатка сцепного веса не реализуется полностью мощность дизеля через тяговое усилие на крюке.

ПВН-3-35 и ПР-2,7 снабжены активными рабочими органами, приводимыми в действие от вала отбора мощности трактора. На плуге ПВН-3-35 вместо крыла отвала установлены лопастные роторы. Они крошат и обрабатывают пласт, получая вращение от вала отбора мощности трактора.

В плуге ПР-2,7 активным рабочим органом служит фрезбарабан. Он интенсивно крошит почву, перемешивает ее с растительными остатками. Этот плуг рекомендуется применять для подготовки почвы под различные овощные культуры.

Освоение почвозащитной системы земледелия предполагает применение безотвальной технологии обработки почвы. Для этого применяют **плоскорезы ПГ-3-100, КПГ-250А** и др.

По данным исследований, урожайность практически всех культур увеличивается при внедрении плоскорезной обработки. Такая обработка менее энергоемка (на 27–35 %), чем вспашка плугами, при этом расход топлива снижается на 25 %. Недостаток – орудия надо готовить к работе тщательнее, чем плуги. При затуплении лемехов плоскореза меняется глубина обработки почвы, он часто выглубляется, не выполняются агротехнические требования.

Одновременно с орудиями для основной обработки почвы широко применяются машины и орудия для поверхностной обработки почвы: бороны, катки, культиваторы, фрезы и др. Среди них наиболее производительны комбинированные почвообрабатывающие агрегаты **АКП-5, АКП-2,5, АКР-3,6, РВК-7,2**, совмещающие до пяти технологических операций.

Устройство посевных, посадочных, уборочных и др. машин, применяемых в сельскохозяйственном производстве, можно найти в учебниках [11], [14], [22].

# **Лабораторная работа № 1. КОМПЛЕКТОВАНИЕ СОСТАВОВ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

**Цель работы** – ознакомить студентов с основами составления, расчета машинно-тракторного агрегата (МТА) и научить правильной эксплуатации машинно-тракторного парка (МТП). При выполнении работы студенты должны освоить методику расчета машинно-тракторных агрегатов, обеспечивающую знание сельскохозяйственного производства и их практическое применение:

- в конструировании модулей сельскохозяйственных машин с различными видами энергоносителей;
- в рациональном содержании МТП;
- в составлении и повышении производительности МТА при производстве сельскохозяйственной продукции.

**Оборудование рабочего места** – справочники по сельскохозяйственной технике [12], [13], учебники [11], [14], [22], калькулятор или ПЭВМ.

## **Задания**

При определении состава машинно-тракторного агрегата и их показателей рекомендуется произвести один из трех вариантов расчета (вариант выбирается по заданию преподавателя).

**Первый вариант.** Дана сельскохозяйственная машина (орудие). Определить, с каким трактором она должна работать.

**Второй вариант.** Дан энергоноситель (трактор и т. д.). Определить, с какой машиной (орудием) наиболее эффективно он будет выполнять технологические операции.

**Третий вариант.** Дан энергоноситель (трактор и т. д.). Определить, с какой скоростью наиболее эффективно он будет выполнять технологические операции.

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА И РАСЧЕТЫ

Ознакомиться с общими сведениями и условиями работы сельскохозяйственной техники, применяемыми в полеводстве.

По указанию преподавателя или самостоятельно, пользуясь общими сведениями в лабораторной работе и справочной литературе:

1) выбрать:

- вид варианта расчета (сельскохозяйственная машина (орудие), трактор или рабочая скорость МТА);

- характеристику участка (площадь, рельеф, конфигурацию участка и структуру почвы и т. д.);

- оптимальные способы движения МТА на участке (загоне) и виды поворотов в конце гона в зависимости от характеристики участка и выполняемой технологической операции;

- по рис. 1.1 и 1.2 или по табл. 1.5 и 1.6 удельное сопротивление машин (орудий);

2) указать агротехнические требования к выполняемой технологической операции;

3) рассчитать эксплуатационные показатели машинно-тракторного агрегата:

- тяговое сопротивление машин или орудия ( $R$ );

- ширину захвата ( $B$ );

- число машин и орудий ( $n$ );

- коэффициент использования тягового усилия трактора ( $\eta$ );

- коэффициент использования ширины захвата ( $\beta$ );

- коэффициент, учитывающий скорость движения ( $v$ );

- коэффициент использования времени ( $\tau$ );

- производительность машинно-тракторного агрегата ( $W$ );

- часовой расход топлива ( $Q$ );

- затраты труда на выполненную работу ( $T$ );

- затраты энергии на выполненную работу ( $\Xi$ ).

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

Составить отчет о выполненной работе, который может быть представлен в электронном или рукописном варианте, иметь титульный лист, схемы, расчеты и т. д.

При выполнении работы рекомендуется применить ЭВМ.



## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ**

Во всех случаях определения состава МТА расчет сводится к определению максимальной ширины захвата и максимально допустимой рабочей скорости (в соответствии с агротехническими условиями), чем достигается более полное использование тяговых и скоростных показателей тракторов и повышение производительности машинных агрегатов.

На процесс комплектования машинно-тракторных агрегатов влияют следующие показатели:

- характеристика обрабатываемой почвы или растений;
- размеры или рельефы полей;
- показатели качества выполняемой работы;
- удельное сопротивление рабочих машин;
- допускаемые рабочие скорости;
- тяговые свойства тракторов (энергоносителей).

К машинно-тракторному агрегату предъявляются следующие требования:

- агротехнические;
- технические;
- экономические;
- удобство обслуживания и соблюдения норм и правил охраны труда.

Важнейшим из всех перечисленных требований являются агротехнические, которые определяют соответствие качественных показателей работы агрегата требованиям агротехники и, в конечном счете, получаемый урожай.

Основной эксплуатационной характеристикой сельскохозяйственной машины (орудия), используемой при агрегатировании, является тяговое сопротивление ( $R$ ), на которое влияют следующие факторы:

- а) природно-климатические;
- б) конструктивные;
- в) эксплуатационные (режимы работ);
- г) агротехнологические.

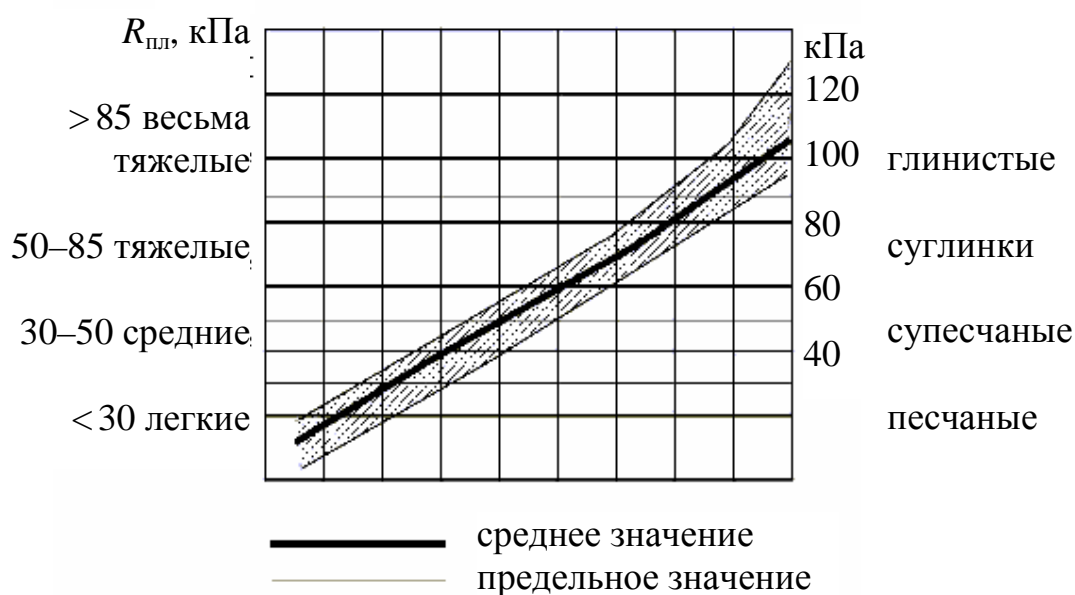
## Природно-климатические факторы

*Природно-климатические факторы* – это тип и состояние почвы, содержание в ней хрящеватых и каменистых включений; метеорологические условия; свойства обрабатываемых материалов (семена, удобрения, растительная масса и др.).

*Почва* – многофазная дисперсная среда, состоящая из твердых частиц, воды, воздуха и живых организмов, перемешанных между собой в различных соотношениях. По разнообразию свойств в природе нет подобного почве тела. Свойства же почвы имеют решающее значение для качественных и энергетических показателей работы почвообрабатывающих машин. В зависимости от механического состава и размеров твердые частицы почвы подразделяются на каменистые включения (размер частиц более 1 мм) и мелкозем. При определении типа почвы по механическому составу анализируют только мелкозем, который делится на две фракции:

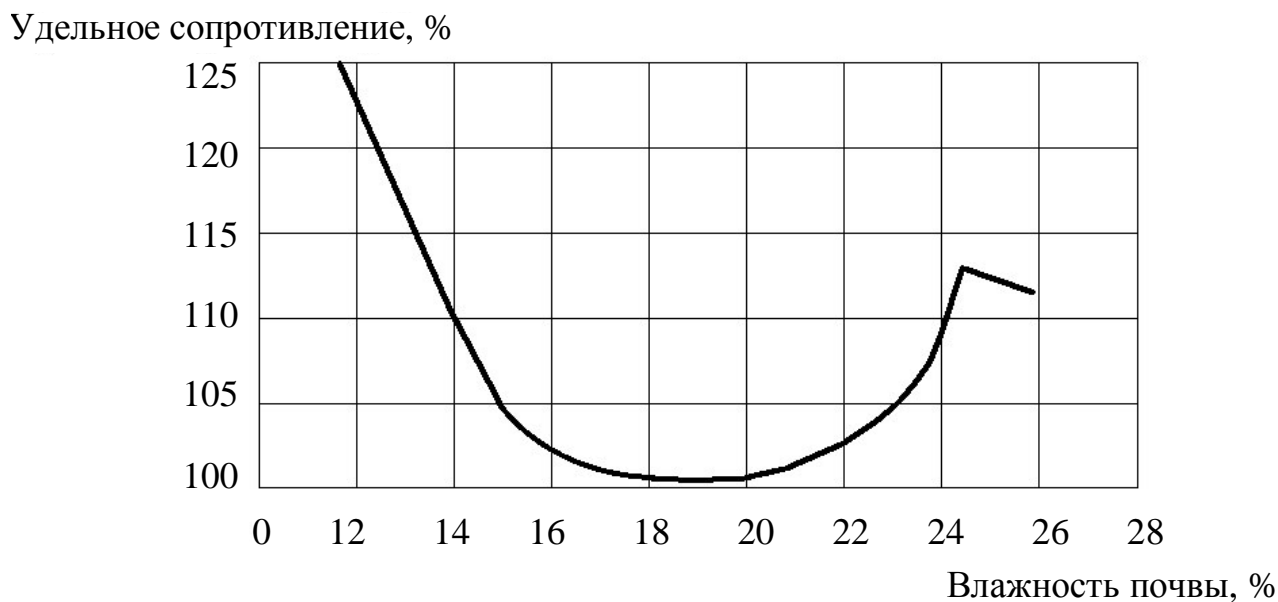
- физический песок (частицы более 0,01 мм);
- физическую глину (частицы менее 0,01 мм).

По количеству физической глины различают почвы глинистые (более 50 % глины), суглинистые (50–20 %), супесчаные (20–10 %) и песчаные (менее 10 % физической глины). Чем больше в почве физической глины, тем труднее она в обработке. На рис. 1.1 показан характер изменения удельного сопротивления плуга в зависимости от типа почв, а на рис. 1.2 – от влажности почвы.



**Рис. 1.1.** Характер изменения удельного сопротивления плуга в зависимости от типа почвы

При удельном сопротивлении плуга  $R_{пл} < 30$  кПа почвы принято считать легкими, при  $R_{пл} = 30–50$  кПа – средними, при  $R_{пл} = 50–85$  кПа – тяжелыми, при  $R_{пл} > 85$  кПа – весьма тяжелыми.



**Рис. 1.2.** Характер изменения удельного сопротивления плуга в зависимости от влажности почвы (за 100 % принято удельное сопротивление на спелой почве нормальной влажности)

Как видно из рис. 1.2, при определенной влажности почвы (в довольно широких пределах) удельное сопротивление плуга почти неизменно и минимально. Этот диапазон влажности определяет так называемую механическую “спелость” почвы. Поэтому следует иметь в виду, что во всех случаях, когда по каким-либо причинам приходится обрабатывать почву не в период “спелости”, а в состоянии переувлажнения или иссушенности, удельное сопротивление будет значительно бóльшим, чем по справочным данным. В справочной литературе значения удельного сопротивления обычно даются при механической “спелости” почвы и влажность не указывается.

## Конструктивные факторы

На удельное сопротивление машин влияют: тип, форма и число рабочих органов, их материал и технология изготовления, масса машины, наличие вспомогательных устройств, тип и устройство ходового (опорно-приводного) аппарата и др. Из всех этих факторов главным является

форма рабочих органов орудий (культурная, цилиндрическая или винтовая поверхность отвалов, специальные рабочие органы для скоростной обработки и др.).

## Эксплуатационные факторы

### *Выбор трактора по эксплуатационным характеристикам*

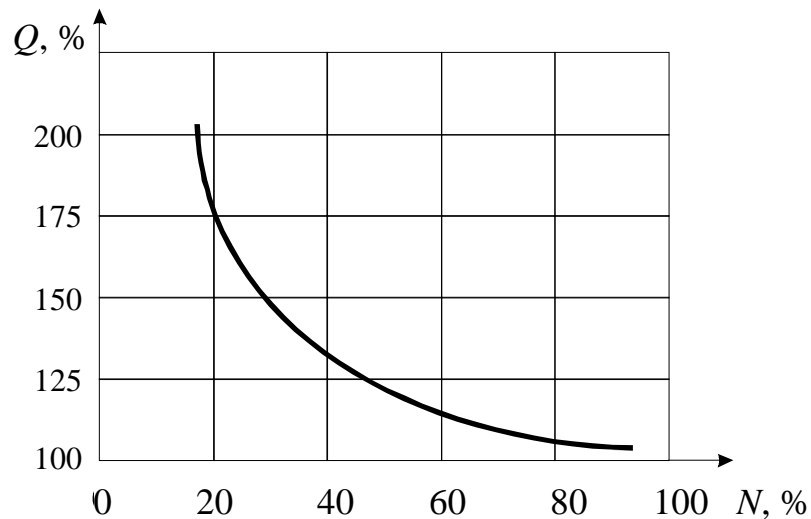
Трактор сам по себе не может быть использован в сельскохозяйственном производстве так, как, например, автомобиль. К нему нужно обязательно присоединить или навесить какую-либо машину или орудие. Поэтому трактор используют только при совместной работе с самыми разнообразными машинами и орудиями, приспособлениями и другими устройствами, в соединении с которыми он образует машинно-тракторный **агрегат** \*, составляя его энергетическую часть. Источником энергии для агрегата с трактором, оборудованным тепловым двигателем, является топливо и воздух. Двигатель внутреннего сгорания, преобразуя химическую энергию топлива в механическую, реализует ее в виде крутящего момента. Весь момент (для прицепного агрегата) или часть его (для приводного) через трансмиссию передается движителю, в результате чего при достаточном сцеплении трактора с почвой создается движущая сила. Она сообщает трактору и машинам ускорение при трогании с места и при изменении скорости движения, а также преодолевает их сопротивление при установившемся движении (постоянной скорости).

### *Расчет машинно-тракторного агрегата*

Составить МТА – значит определить, сколько и каких машин, орудий нужно прицепить к данному трактору, какую применять сцепку, если она необходима, и на какой передаче работать. Правильно составленный агрегат должен соответствовать требованиям агротехники и обеспечивать высокое качество выполненной работы; быть удобным в обслуживании и безопасным в работе. Трактор должен быть загружен так, чтобы обеспечивать наивысшую производительность и наименьший расход топлива, что можно наиболее полно достичь, загрузив двигатель (см. рис. 1.3).

---

\* От лат. слова **agregatus** – присоединенный.



**Рис. 1.3.** Изменение основного показателя двигателя в зависимости от расхода топлива ( $Q$ , %) и мощности ( $N$ , %)

Во время работы МТА тяговое сопротивление ( $R_{ar}$ ) большинства машин-орудий, входящих в него, как правило, не постоянно, а все время изменяется, отклоняясь от среднего значения. На это оказывают влияние:

- техническое состояние машин (острые или тупые лемеха, культиваторные лапы и др.);
- влажность почвы;
- инородные предметы в почве (камни, корни кустарников и т. д.);
- подъемы и уклоны и др.

Сила тяги трактора на крюке ( $P_{кр}$ ) также не остается постоянной. На нее влияют различные факторы:

- передача, на которой трактор работает, т. е. скорость его движения;
- техническое состояние трактора в данный момент;
- температура окружающей среды;
- высота над уровнем моря;
- рельеф и др.

Большое влияние силы тяги трактора на крюке оказывают подъемы и уклоны. При движении на подъем появляется дополнительная сила ( $P_{тр.доп}$ , кг или Н):

$$P_{тр.доп} = G_{тр} \sin \alpha,$$

где  $G_{тр}$  – масса трактора, кг или Н<sup>\*</sup>;  $\sin \alpha$  – синус угла подъема, который трактор должен преодолеть.

---

\* В справочных данных часто приводится не вес трактора  $G$  (Н), а его масса  $m$  (кг). В этом случае для расчетов принимают  $G = mg = 9,81m \approx 10m$ .

На значение этой силы уменьшается тяговое усилие трактора. Одновременно при агрегатировании прицепа появляется дополнительная сила ( $P_{\text{пр.доп}}$ , кГ или Н), увеличивающая его тяговое сопротивление:

$$P_{\text{пр.доп}} = G_{\text{пр}} \sin \alpha,$$

где  $G_{\text{пр}}$  – вес прицепа (машины), кГ или Н;  $\sin \alpha$  – синус угла подъема прицепа.

Значения масс сельскохозяйственных машин, приходящихся на метр захвата, приведены в табл. 1.2.

**Таблица 1.2**

Значения масс сельскохозяйственных машин,  
приходящихся на 1 м захвата

Машина	Масса, кг/м
Плуг с пятью корпусами и более корпусами	650–757
Плуг с пятью и менее корпусами	400–500
Дисковый луцильник	190–250
Зубовая, сетчатая и другие бороны	30–70
Дисковая борона, каток	210–300
Навесной культиватор для сплошной обработки	110–150
Культиватор для обработки междурядий специального назначения	230–350
Зерновые сеялки с заполненным ящиком	280–380
Сеялка для посева пропашных	100–200
Навесная косилка	100–150
Прицепная косилка	150–250
Зерновая жатка	130–160
Универсальные прицепные сеялки	40–50
Универсальная полунавесная сцепка	70–90

**Пример.** При движении трактора МТЗ-80 массой 3000 кг с прицепом массой 5000 кг по дороге с подъемом в  $6^\circ$  ( $\sin 6^\circ = 0,1$ ) трактор затрачивает дополнительную силу ( $P_{\text{доп}}$ ) против той, какую он тратит при движении агрегата по горизонтальной плоскости. Вычислить  $P_{\text{доп}}$ .

$$P_{\text{доп}} = P_{\text{тр. доп}} + P_{\text{пр. доп}};$$

$$P_{\text{доп}} = 3000 \times 0,1 + 5000 \times 0,1 = 800 \text{ Н.}$$

Трактор должен быть загружен по возможности на полную мощность, но ввиду того, что на тракторах стоят не паровые машины, а двигатели внутреннего сгорания, которые не могут работать с перегрузкой (глохнуть), МТА рассчитывают с запланированной нагрузкой на случай непредвиденного увеличения тягового сопротивления машин. Во всех случаях расчет МТА сводится к определению условий равенства

$$N_{\text{тр}}\eta_{\text{к}} = N_{\text{маш}},$$

где  $N_{\text{тр}}$  – мощность трактора, кВт;  $\eta_{\text{к}}$  – коэффициент использования мощности или силы тяги на крюке;  $N_{\text{маш}}$  – мощность, потребляемая для привода машины, кВт.

Однако, учитывая, что

$$N_{\text{тр}} = PV,$$

где  $P$  – мощность двигателя,  $V$  – скорость трактора, а в МТА скорость трактора и скорость машины-орудия представляют собой одно и то же, вместо мощности расчет ведется по силе тяги на крюке трактора ( $P_{\text{кр}}$ , Н) и тяговому сопротивлению машины-орудия ( $R_{\text{ар}}$ , Н):

$$P_{\text{кр}}\eta_{\text{к}} = R_{\text{ар}}.$$

Сила тяги на крюке трактора всегда должна быть больше тягового сопротивления буксируемых им машин-орудий, т. е.:

$$P_{\text{кр}} > R_{\text{ар}}.$$

Это неравенство обычно оценивается коэффициентом использования силы тяги трактора на крюке:

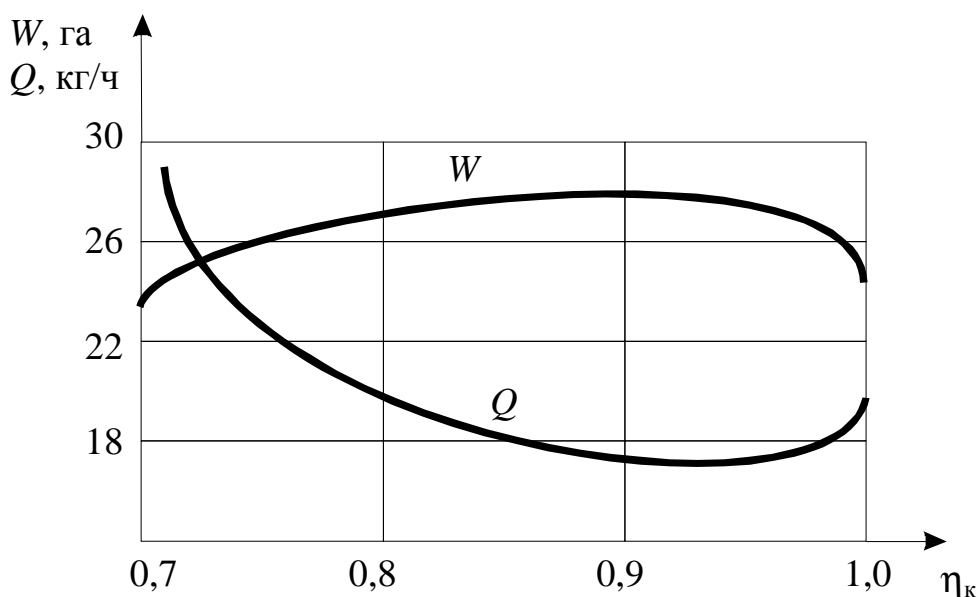
$$\eta_{\text{к}} = R_{\text{ар}}/P_{\text{кр}} = 0,85-0,95.$$

Ориентировочные коэффициенты использования силы тяги на крюке трактора даны в табл. 1.3.

В качестве примера на рис. 1.4 показана зависимость основных показателей МТА – производительности ( $W$ , га) и часового расхода топлива ( $Q$ , кг/ч) на гектар выполненной работы от коэффициента ( $\eta_{\text{к}}$ ) использования силы тяги на крюке трактора.

Коэффициенты использования силы тяги  
на крюке трактора

Модель трактора	Пахота	Посев, боронование, культивация и другие виды работ
К-700	0,94	0,98
Т-4 (Т-4М)	0,93	0,92
ДТ-75М	0,90	0,93
Т-150	0,90	0,92
“Беларусь” МТЗ	0,90	0,93
Модификации “Беларусь” МТЗ	0,85	0,90
Т-40, Т-25А, Т-16МГ, СШ-28, Т-08, МТЗ-50/080	0,85	0,90



**Рис. 1.4.** Изменение производительности ( $W$ , га) и часового расхода топлива ( $Q$ , кг/ч) машинно-тракторного агрегата в зависимости от коэффициента использования тягового усилия трактора на крюке ( $\eta_k$ )

Рассматривая рис. 1.4, видим, что с увеличением коэффициента использования силы тяги производительность машинно-тракторного агрегата увеличивается, а погектарный расход топлива уменьшается. Но такое явление происходит до определенного предела, когда коэффициент использования тягового усилия превышает допустимое значение, т. е. трактор работает с перегрузкой. При этом увеличивается количество переключений передач, число остановок трактора растет, а производительность уменьшается, повышаются погектарный расход топлива и физическая нагрузка на организм тракториста (машиниста).



## Выбор сельскохозяйственных машин

Усилие, необходимое для перемещения плуга при вспашке, называют тяговым сопротивлением. Оно зависит от формы, размеров и технического состояния рабочих органов, ширина захвата и глубины вспашки, состояния и типа почвы, скорости движения пахотного агрегата, а также от массы плуга и конструкции опорных колес. Усилие, необходимое для перекатывания плуга и преодоления сопротивления сил трения корпусов, ножа и предплужников о стенку и дно борозды, сил трения в подшипниках колес, называют *вредным сопротивлением*, а усилие, необходимое для выполнения непосредственно процесса вспашки (деформация, оборот и отваливание пласта), – *полезным сопротивлением*.

*Вредное сопротивление* ( $P_1$ ) для конкретных условий можно принять постоянным и пропорциональным массе плуга ( $M$ , кг):

$$P_1 = 9,8fM,$$

где  $f$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от типа почв и агрофона (для жнивья  $f = 0,5$ ).

*Полезное сопротивление* можно представить в виде двух составляющих: сопротивления  $P_2$ , возникающего при деформации пласта, и сопротивления  $P_3$ , возникающего при отбрасывании пласта и сообщении ему кинетической энергии.

Сопротивление  $P_2$  пропорционально площади поперечного сечения пласта:

$$P_2 = Rabn_k,$$

где  $R$  – коэффициент, характеризующий сопротивление пласта различных почв деформации, равен  $20000\text{--}50000\text{ Н/м}^2$ ;  $a$  – глубина вспашки, м или см;  $b$  – ширина захвата одного корпуса, м или см;  $n_k$  – количество корпусов.

Сопротивление  $P_3$  пропорционально площади поперечного сечения отбрасываемых пластов и квадрату скорости движения агрегата:

$$P_3 = \varepsilon abn_k v^2,$$

где  $\varepsilon$  – коэффициент, характеризующий форму рабочей поверхности корпуса плуга и свойства почв,  $\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$ ;  $v$  – скорость движения агрегата, м/с.

Общее тяговое сопротивление плуга ( $P$ ):

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 9,8fM + K_1abn_k + \varepsilon abn_kv^2.$$

Эту зависимость впервые установил В. П. Горячкин и назвал ее *рациональной формулой силы тяги плугов* [16]. Она позволяет установить основные факторы, влияющие на тяговое сопротивление плуга, и пути его снижения.

Из эксплуатационных факторов на удельное сопротивление больше всего влияют техническое состояние машины (степень изношенности, правильность регулировки, качество смазки и др.) и эксплуатационные режимы работы (скорость движения, глубина обработки, степень использования пропускной способности машины и т. п.).

Техническое состояние машины в значительной степени зависит от своевременности и тщательности проведения всех видов технического обслуживания, а также от фактического срока службы машины. В эксплуатационных и нормативных расчетах учитывают, как правило, только срок службы. На практике разрегулированность механизмов машины, неправильный уход за ней обычно приводят к увеличению удельного сопротивления против нормативных значений на 5 %, а в ряде случаев (например, при работе с затупленными лемехами) – на 20–30 % и более.

Из эксплуатационных режимов на удельное сопротивление машин особенно существенное влияние оказывает скорость движения, поскольку в процессе работы ее можно изменять в довольно широких пределах. В табл. 1.4 даны рекомендуемые скорости движения машин при выполнении сельскохозяйственных работ.

Общее тяговое сопротивление машин (орудий) на практике удобнее определить по их удельному сопротивлению. Данные для расчета определяются по рис. 1.1 и 1.2 или табл. 1.5, где  $V_p$  – рабочая скорость.

*Удельное тяговое сопротивление* – это рабочее тяговое сопротивление, приходящееся на единицу ширины захвата машины или орудия (кН/м, Н/м) или единицу сечения обрабатываемого пласта (Н/см<sup>2</sup>, кН/м<sup>2</sup>). Теоретическое рабочее тяговое сопротивление плугов ( $R_{пл}$ ) рекомендуется определять из уравнения

$$R_{пл} = K_0avn_k,$$

где  $K_0$  – удельное сопротивление плуга, Н/см<sup>2</sup> или кН/м<sup>2</sup>;  $a$  – глубина пахоты, см или м;  $v$  – ширина захвата одного корпуса плуга, см или м;  $n_k$  – число корпусов.

Таблица 1.4

## Рекомендуемые скорости движения агрегатов

Вид работы	Скорость движения, км/ч															
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
Вспашка		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Лушение лемешное					---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Боронование зубвыми боронами			---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Обработка дисковыми					---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Прикатывание								---	---	---	---	---	---	---	---	
Посев зерновых и зернобобовых								---	---	---	---	---	---	---	---	
Внесение удобрений туковыми сеялками								---	---	---	---	---	---	---	---	
Посадка картофеля		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Обработка междурядий фрезерными орудиями		---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Междурядная культивация картофеля								---	---	---	---	---	---	---	---	
Рыхление междурядий свеклы								---	---	---	---	---	---	---	---	
Кошение рядковыми жатками в валки								---	---	---	---	---	---	---	---	
Уборка трав на сено								---	---	---	---	---	---	---	---	
Противоэрозионные работы:																
- глубокорыхлителями				---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
- культиваторами-плоскорезами				---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
- тяжелыми культиваторами				---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
- штанговыми культиваторами				---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
- игольчатыми боронами								---	---	---	---	---	---	---	---	
- луцильниками со сферическими игольчатыми дисками								---	---	---	---	---	---	---	---	
- сеялками культиваторами				---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Снегозадержание				---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	

Таблица 1.5

Усредненные значения удельного сопротивления плуга  
при  $V_p = 5-6$  км/ч

Типы почв	Удельное сопротивление, Н/см <sup>2</sup>
Песчаные, супесчаные и легкосуглинистые	2,0–3,5
Средне- и тяжелосуглинистые	3,5–5,5
Целина, залежь, травяной пласт тяжелосуглинистых почв, жнивье глинистых почв	5,5–8,0
Целина, залежь, травяной пласт глинистых почв и др.	8,0–10,0

В эксплуатационных расчетах обычно принимают, что при скорости более 5 км/ч для обычных (нескоростных) машин удельное сопротивление увеличивается с приращением скорости на 1 км/ч в среднем:

- плуги – на 5 % (на легких почвах – 1–2 %, средних – 3–5, тяжелых – 6–8);
- сеялки – 1,5–2,5 %;
- культиваторы, бороны, катки и луцильники – 3–4 %.

Сопротивление остальных тяговых машин ( $R_M$ ) вычисляют по формуле

$$R_M = KB,$$

где  $K$  – удельное сопротивление плуга, кН/м (табл. 1.5);  $B$  – ширина захвата машины, м.

Сопротивление тягового агрегата, составленного из нескольких машин разного вида ( $R_{\text{агр}}$ ), рассчитываются по формуле

$$R_{\text{агр}} = R_{\text{сц}} + n_1R_1 + n_2R_2 + \dots + n_nR_n, \quad (1.1)$$

где  $R_{\text{сц}}$  – сопротивление сцепки;  $n_1, n_2 \dots n_n$  – число разного вида машин в агрегате;  $R_1, R_2 \dots R_n$  – сопротивление одной машины каждого вида.

Для тяговых агрегатов, составленных из одинаковых машин, формула (1.1) упрощается:

$$R_{\text{агр}} = R_{\text{сц}} + nR_M.$$

Если часть мощности трактора передается на привод рабочих органов машин через вал отбора мощности (ВОМ), то общее сопротивление тягово-приводной машины ( $R_M$ ) определяется по формуле

$$R_M = KB\eta_{\text{ВОМ}},$$

где  $\eta_{\text{ВОМ}}$  – коэффициент полезного действия вала отбора мощности трактора, равный 0,95.

Усредненные значения удельных сопротивлений сельскохозяйственных машин даны табл. 1.6.

Таблица 1.6

Средние значения удельного сопротивления  
сельскохозяйственных машин

Наименование машин	Удельное сопротивление, кгс/м (кН/м)
Зубовые бороны	40–70 (0,4–0,7)
Сетчатые бороны	60–90 (0,6–0,9)
Дисковые бороны при обработке паров и зяби	140–160 (1,4–1,6)
Дисковые бороны при обработке пахоты	300–600 (3,0–6,0)
Дисковые бороны при обработке лугов и пастбищ	400–800 (4,0–8,0)
Культиваторы паровые	120–210 (1,2–2,1)
Луцильники	110–250 (1,1–2,5)
Кольчато-шпоровые катки	60–70 (0,6–0,7)
Водоналивные катки	110–125 (1,1–1,25)
Зерновые сеялки	100–140 (1,0–1,4)
Зерновые узкорядные сеялки	140–190 (1,4–1,9)
Квадратно-гнездовые сеялки	80–110 (0,8–1,1)
Свекловичные сеялки	75–90 (0,75–0,9)
Картофелесажалки	400–450 (4,0–4,5)
Туковые сеялки	25–40 (0,25–0,4)
Культиваторы для междурядной обработки	80–180 (0,8–1,8)
Культиваторы-окучники	150–180 (1,5–1,8)
Силосоуборочные комбайны	180–230 (1,8–2,3)
Косилки прицепные	90–140 (0,9–1,4)
Косилки навесные	40–50 (0,4–0,5)
Поперечные грабли	50–70 (0,5–0,7)
Боковые грабли	70–90 (0,7–0,9)
Картофелекопатели	400–650 (4,0–6,5)
Картофелеуборочные комбайны	650–1500 (6,5–15,0)
Свеклоподъемники	300–440 (3,0–4,4)
Свеклоуборочные комбайны	800–1200 (8,0–12,0)
Жатки	120–150 (1,2–1,5)
Сцепки	11–22 (0,11–0,22)

Ширина захвата корпуса пахотного агрегата ( $B_k$ , м) может быть определена из формулы

$$B_k = \frac{P_{кр} \eta_k - P_{доп}}{K_0 a v},$$

где  $P_{кр}$  – номинальное тяговое усилие трактора, кН;  $P_{доп}$  – дополнительное сопротивление (уклоны, подъемы), кН;  $\eta_k$  – коэффициент использования силы тяги на крюке.

Для пахотных агрегатов ширину захвата ( $B_{\text{пл}}$ , м) определяют по формуле

$$B_{\text{пл}} = B_{\text{к}} n_{\text{к}}.$$

Полученный результат округляют до целого числа в сторону уменьшения, чтобы иметь некоторый запас тягового усилия трактора.

При работе трактора с одной машиной ширина ее захвата ( $B$ , м) определяется из формулы

$$B = \frac{P_{\text{кр}} \eta_{\text{к}}}{K}.$$

При определении однотипных широкозахватных агрегатов формула ширины захвата имеет вид

$$B_{\text{агр}} = \frac{P_{\text{кр}} \eta_{\text{к}} - R_{\text{сц}}}{K},$$

где  $B_{\text{агр}}$  – ширина захвата всей машины, м.

При расчете комплексного агрегата (для одновременных культиваций, посева, прикатывания, боронования и др.) ширина захвата имеет вид

$$B_{\text{агр}} = \frac{P_{\text{кр}} \eta_{\text{к}} - R_{\text{сц}}}{K_1 + K_2 + \dots + K_n}.$$

Рассчитывают число машин ( $n_{\text{м}}$ ) в агрегате при помощи формулы

$$n_{\text{м}} = B_{\text{агр}}/B.$$

Коэффициент использования тягового усилия трактора ( $\eta_{\text{и}}$ ) определяют по формуле

$$\eta_{\text{и}} = \frac{R_{\text{агр}}}{P_{\text{кр}}}.$$

По значению  $\eta_{\text{и}}$  можно судить о степени загрузки трактора.

**Пример.** Рассчитать тяговое сопротивление агрегата КПС-4 с трактором ДТ-75М и сцепкой СП-11У для сплошной культивации почвы на глубину 6–8 см при скорости движения 8–12 км/ч (см. табл. 1.4). Удельные сопротивления: культиватора  $K_k = 1,90$  кН/м, сцепки  $K_{сц} = 0,20$  кН/м (см. табл. 1.6). Удельное сопротивление увеличивается на 4 % на 1 км/ч с приращением скорости свыше 5 км/ч. Из теории с учетом скорости движения оно будет равно

$$K = 1,90 \cdot 1,16 = 2,2 \text{ кН/м.}$$

Определяем сопротивление культиватора по формуле

$$R_m = KB = 2,2 \cdot 4,0 = 8,8 \text{ кН/м.}$$

Выбираем из табл. 1.2 массу сцепки ( $m$ ), приходящейся на 1 м ширины захвата  $m = 0,8$  кН/м, и коэффициент сопротивления перекачиванию сцепки  $f = 0,12$  (из справочной литературы) с учетом ширины захвата, равным 11 м (из технической характеристики). Отсюда определим сопротивление сцепки:

$$R_{сц} = mBf = 0,8 \cdot 11 \cdot 0,12 = 1,05 \text{ кН.}$$

Определяем максимальную ширину захвата однотипных широкозахватных агрегатов по формуле

$$B_{агр} = \frac{P_{кр} \eta - R_{сц}}{K} = \frac{30 \cdot 0,93 - 1,05}{2,2} = 12,2 \text{ м.}$$

Вычисляем количество машин в агрегате по формуле

$$n_m = B_{агр}/B_m = 12,2/4 = 3,05.$$

Принимаем три культиватора.

Для тяговых агрегатов, составленных из одинаковых машин, вычисляем общее тяговое сопротивление по формуле

$$R_{агр} = R_{сц} + nR_m = 1,05 + 3 \cdot 8,8 = 27,45 \text{ кН.}$$

Определяем коэффициент использования тягового усилия трактора ( $\eta_{и}$ ):

$$\eta_{и} = \frac{R_{агр}}{P_{кр}} = \frac{27,45}{30} = 0,915.$$

## Выработка и производительность

Одним из основных показателей эффективности использования техники в сельском хозяйстве является *выработка МТА*, которая определяется количеством работы, выполненной за определенное время. Различают сменную, дневную, суточную, годовую выработки, а также за срок службы машины. Все ее виды определяют в гектарах, центнерах, тоннах и других единицах. Работу машин оценивают средней эталонной выработкой (условных гектарах) на условный эталонный трактор, сельхозмашину за год, месяц или декаду. Они необходимы для плановых и других экономических расчетов. По объему работ в условных единицах планируют расход топлива, отчисления на ремонт и техническое обслуживание, устанавливают межремонтные сроки и оценивают себестоимость условной единицы работы.

*Производительность* – это такой показатель, в котором отражаются степень механизации, использование техники, организация труда в хозяйстве, применение новейших достижений науки и техники. Различают теоретическую и техническую эксплуатационную производительность агрегата.

Теоретическую производительность подсчитывают по конструктивной ширине захвата ( $B_T$ , м) и теоретической скорости ( $V_T$ , км/ч), а рабочую – с учетом производственных условий работы, т. е. по рабочей ширине захвата ( $B_p$ , м) и рабочей скорости ( $V_p$ , км/ч).

Теоретическую сменную производительность ( $W_T$ , га) определяют по формуле

$$W_T = 0,1B_TV_Tt_{см},$$

где  $t_{см}$  – продолжительность смены, ч.

Теоретическая производительность не отражает изменений величин  $B_T$ ,  $W_T$ ,  $t_{см}$  в процессе работы, т. к. рабочая ширина захвата агрегата в большинстве случаев отличается от конструктивной. На таких работах, как боронование, сплошная культивация, уборка зерновых и др. она меньше конструктивной, т. к. необходимы перекрытия в целях предупреждения огрехов между смежными проходами. При подсчете технической (эксплуатационной) производительности вводят коэффициенты, учитывающие степень использования МТА в условиях работы.

Коэффициент (степень) использования ширины захвата ( $\beta$ ) служит показателем использования конструктивного захвата. Он равен отношению рабочей ширины захвата к конструктивной:



$$\beta = B_p/B_T.$$

Рабочая скорость движения также отличается от теоретической. Основные причины: из-за буксования движителя трактора, снижения частоты вращения коленчатого вала двигателя при перегрузках и затрат времени на остановки при переключении передач. Поэтому коэффициент скорости ( $v$ ) оценивает влияние перечисленных факторов:

$$v = V_p/V_T.$$

Время смены также не полностью используют на производительную работу. Наблюдаются холостые повороты, заезды и остановки по различным причинам. На рис. 1.5 даны схемы движений и поворотов агрегатов.

При выборе способов движения и поворотов надо исходить из агротехнологических требований: качества работы, удобства обслуживания, возможности уменьшения вспомогательных операций и т. д. Если эти условия позволяют применять различные способы движения, следует выбирать тот, который дает наиболее оптимальные варианты, способствующие повышению производительности агрегата.

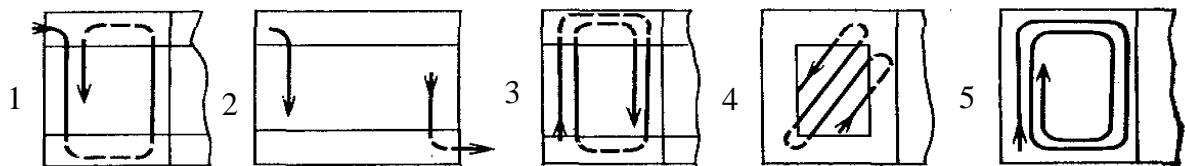
При всех способах движения значительную долю пути агрегата составляют повороты и заезды. Чем короче гон, тем больший процент пути составляют повороты и заезды. В среднем они составляют 10–12 % от общего пути агрегата, а на коротких участках – 40 % и более. Неправильно выполненные повороты увеличивают холостой путь агрегата до десятков километров за сезон, а иногда снижают качество работы.

При гоновых (загонных) и некоторых других способах движения повороты осуществляются вхолостую, как правило, на  $180^\circ$ ; при круговых (беззагонных) способах движения (при рабочем ходе или вхолостую) – на  $90^\circ$ ; при диагональных способах (движение под углом к стороне поля) или при неправильной конфигурации поля – на различные углы.

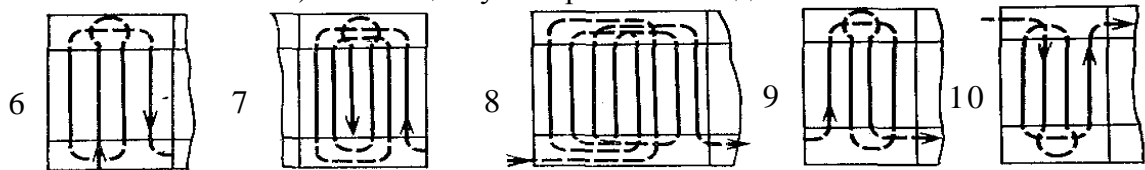
В зависимости от вида различают повороты:

- 1) беспетлевые: по дуге окружности без прямолинейного участка (дугообразные) и с прямолинейным участком;
- 2) петлевые: грушевидные (открытая петля), восьмеркой (закрытая петля);
- 3) повороты с задним ходом агрегата, или грибовидные (при навесных орудиях): открытой петлей, закрытой петлей.

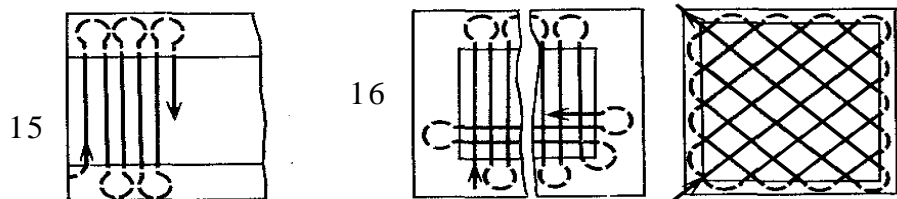
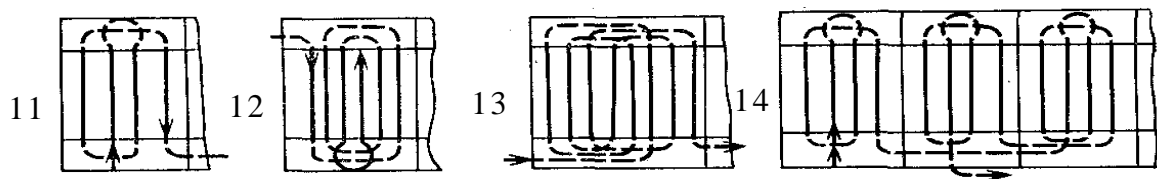
а) по организации территории      б) по направлению рабочих ходов



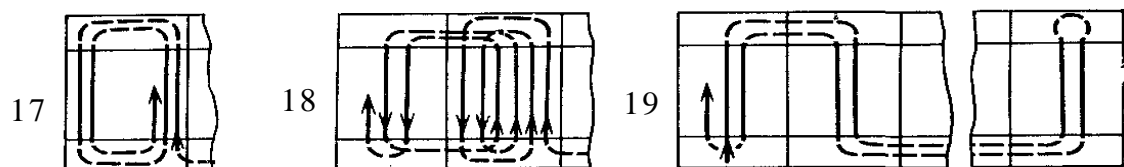
в) по общему направлению движения



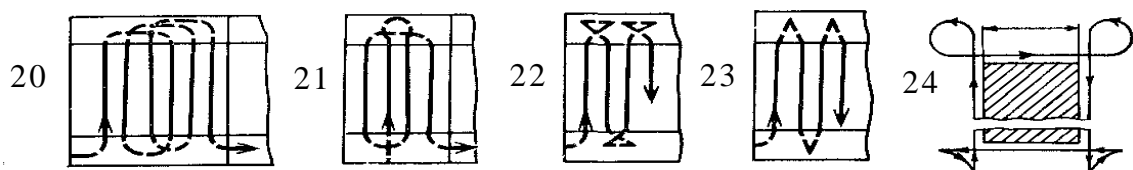
г) по схеме обработки участка (загона)



д) по числу одновременно обрабатываемых загонов



е) по виду поворотов



— рабочий ход  
 - - - холостой ход

**Рис. 1.5.** Классификация видов, способов движения и поворотов агрегатов:  
 1 – загонный; 2 – беззагонный; 3 – гоновый; 4 – диагональный; 5 – круговой;  
 6 – правоповоротный; 7 – левоповоротный; 8 – двусторонний; 9 – от периферии к центру; 10 – от центра к периферии; 11 – всвал; 12 – вразвал; 13 – комбинированный; 14 – с чередованием загонов; 15 – челночный; 16 – перекрестный;  
 17 – однозагонный; 18 – двухзагонный; 19 – многозагонный; 20 – беспетлевой;  
 21 – петлевой; 22 – с задним ходом; 23 – игольчатый (реверсивный);  
 24 – загонно-фигурный, игольчатые повороты (при реверсивном ходе агрегата)

Возможны и другие разновидности поворотов с применением боковой или сдвоенных петель, угловые и т. д. Способы движения сравнивают и анализируют по производительности, качеству выполнения работы, удобству обслуживания безопасности работы и т. д.

Коэффициент использования времени ( $\tau$ ) служит для оценки использования времени смены. Он представляет собой отношение чистого рабочего времени ( $t_p$ , ч) ко времени смены ( $t_{см}$ , ч):

$$\tau = t_p/t_{см}.$$

Усредненные значения коэффициента  $\tau$  рекомендуется брать из табл. 1.7.

**Таблица 1.7**

Примерные значения коэффициента использования времени для Нечерноземья

Месяц	Декада	Коэффициент
Апрель	3	0,68
	1	0,81
Май	2	0,78
	3	0,78
Июнь	1	0,91
	2	0,92
	3	0,85
Июль	1	0,91
	2	0,91
	3	0,63
Август	1	0,73
	2	0,70
	3	0,69
Сентябрь	1	0,75
	2	0,74
	3	0,70
Октябрь	1	0,73
	2	0,59

Итак, рабочую производительность агрегата ( $W_p$ , га) за смену с учетом производственных условий работы и технических возможностей, входящих в агрегат машин, определяют по формуле

$$W_p = 0,1B_pV_p t_p = 0,1\beta B_p v V_p \tau t_{см}.$$

Производительность ( $W$ , га) за час сменного времени рассчитывают по формуле

$$W = 0,1B_p V_p \tau.$$

### *Расчет и показатель расхода топлива*

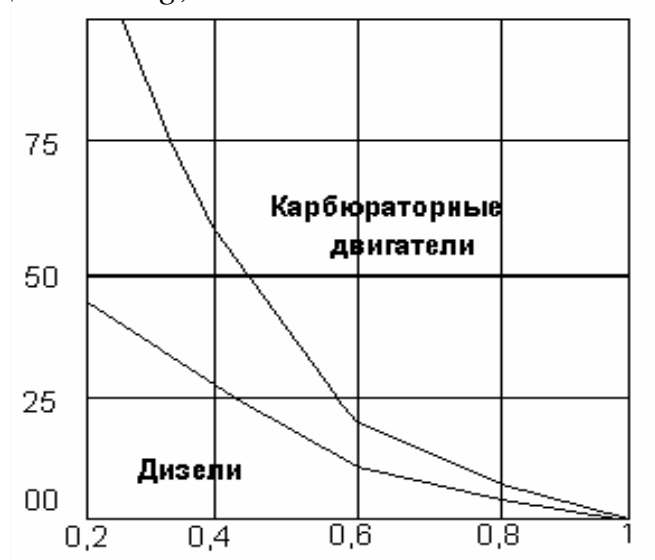
К основным эксплуатационным свойствам трактора относится эксплуатационные свойства двигателей. Эксплуатационные свойства двигателей характеризуются показателями, к которым относятся:

- эффективная мощность двигателя ( $N_e$ );
- крутящий момент ( $M_D$ );
- частота вращения коленчатого вала;
- топливная экономичность.

Одними из важных показателей топливной экономичности являются часовой расход ( $G_T$ ) и удельный расход топлива ( $g$ ).

Часовой расход и удельный расход топлива зависят не только от конструкции двигателя, но в значительной мере от режима работы, определяемого степенью использования эффективной (загрузки) мощности двигателя. На рис. 1.6 показан характер изменения удельного расхода топлива в зависимости от степени использования эффективной мощности ДВС.

Удельный расход топлива  $g$ , %



Эффективная мощность двигателя  $N_e$ , %

**Рис. 1.6.** График изменения удельного расхода топлива в зависимости от степени использования эффективной мощности ДВС

*Часовой расход топлива* – отношение массы топлива к промежутку времени, за который она расходуется ( $G_T$ , кг/ч).

*Удельный расход топлива* – это расход массы топлива, приходящейся на 1 кВт эффективной мощности за 1 ч ( $g$ , г/(кВт · ч)), т. е.:

$$g = 10^3 G_T N_e.$$

В дизелях удельный расход топлива при неполном использовании эффективной мощности повышается не столь значительно, как в карбюраторных двигателях. Следовательно, у тракторов с дизелями более выгодно, чем у тракторов с карбюраторными двигателями, повышать мощность (уровень энергонасыщенности тракторов).

За исходный уровень принимается энергонасыщенность эталонного трактора ( $\mathcal{E}_{эТ}$ ). В этом случае уровень энергонасыщенности ( $Y_э$ ) любых, в том числе новых тракторов, можно определить по отношению

$$Y_э = \mathcal{E} / \mathcal{E}_{эТ},$$

где  $\mathcal{E}$  – энергонасыщенность рассматриваемых тракторов.

Если  $Y_э > 1$ , то трактор повышенной энергонасыщенности, если  $Y_э < 1$  – пониженной.

Некоторые авторы считают, что энергонасыщенность соответствует энергии, необходимой для вертикального перемещения массы  $m = 1$  кг со скоростью  $v = 1$  м/с, при которой сила тяжести  $F = mg = 9,81$ Н. Отсюда

$$\mathcal{E}_{эТ} = Fv/m = 9,81 \text{ кВт/т.}$$

По энергонасыщенности близки к эталонному гусеничные трактора класса 3 (ДТ-75, Т-74), мощность двигателя которых 55 кВт (75 л. с.), с массой 5,6 т, а уровень энергонасыщенности составляет

$$Y_э \approx \frac{55}{5,6} \approx 9,8 \text{ кВт/т.}$$

Эту или близкую к ней величину 10 кВт/т и можно принять в качестве эталонной энергонасыщенности для гусеничных тракторов и по отношению к ней по выражению определять уровень энергонасыщенности новых тракторов.

Для колесных тракторов в качестве  $\mathcal{E}_{\text{эТ}}$  принята энергонасыщенность наиболее распространенного тягового класса 1,4 трактора МТЗ-50, которая составляет  $\mathcal{E}_{\text{эТ}} = 36,8/2,9 \approx 12,5$  кВт/т. Этой же величине соответствует приблизительно и энергонасыщенность колесного трактора К-700 тягового класса 5:

$$\mathcal{E}_{\text{эТ}} = 148/12 \approx 12,5 \text{ кВт/т.}$$

Соответственно, тракторы указанных классов тяги (например, МТЗ-80, МТЗ-82 и К-701) ( $\mathcal{E}_9 = 17\text{--}19$  кВт/т) или гусеничные Т-150 ( $\mathcal{E}_9 = 15$  кВт/т) следует считать повышенной энергонасыщенности ( $Y_9 = 1,4\text{--}1,5$  кВт/т).

От уровня энергонасыщенности гусеничных и колесных тракторов зависят производительность и топливная экономичность МТА. Расход топлива на гектар выполненной работы ( $Q_{\text{т}}$ , кг/ч<sup>\*</sup>) определяют по формуле

$$Q_{\text{т}} = \frac{G_{\text{т}}}{W} \eta_{\text{п}}, \quad (1.2)$$

где  $G_{\text{т}}$  – часовой расход топлива при нормальной эксплуатационной мощности двигателя, кг/ч (удельный расход топлива брать в табл. 1.8, 1.9);  $W$  – производительность, га/ч;  $\eta_{\text{п}}$  – поправочный коэффициент, учитывающий неполную загрузку двигателя и непроизводительный расход топлива на холостые переезды и остановки с работающим двигателем, принимается равным 0,8–0,9.

---

\* В ряде случаев, например при эксплуатации автомобилей, расход топлива и смазочных материалов учитывают не в единицах массы (кг), а в единицах объема – литрах (л).

Таблица 1.8

## Техническая характеристика колесных тракторов

Показатель	К-701	К-700	Т-150К	МТЗ-80 МТЗ-82Л	ЮМЗ-6АЛ ЮМЗ-АМ	Т-40 М	Т-40 АМ	Т-40 АНМ	Т-25А	Т-16М
Тяговый класс трактора	5	5	3	1,4	1,4	0,9	0,9	0,9	0,6	0,6
Двигатель	ЯМЗ-240БМ	ЯМЗ-238НБ	СМД-62	Д-240 Д-240Л	Д-65Н Д-65М	Д-144	Д-144	Д-144	Д-21-А-1	Д-21-А-1
Номинальная мощность, кВт	220	162	122	59	47	37	37	37	18,4	18,4
Номинальная частота вращения коленчатого вала, об/мин	1900	1700	2100	2200	1750	1800	1800	1800	1800	1800
Число цилиндров	12	8	6	4	4	4	4	4	2	2
Диаметр цилиндра, мм	130	130	130	110	110	110	105	105	105	105
Масса заправленного трактора, кг	13500	12800	7900	3300	3487	2380	2610	2600	1600	1819
Расчетная скорость движения, км/ч:										
– вперед без редуктора	2,89	2,6	8,53	2,50	7,70	6,90	6,90	6,23	6,4	5,51
– без ходоуменьшителя	33,75	30,2	30,10	33,38	24,50	30,00	30,00	27,10	27,90	23,17
Удельный расход топлива, г/(кВт · ч)	252	252	252	272	265	258	258	258	258	286
Топливный бак:										
– основного двигателя, л	640	640	315	130	100	74	74	74	53	53
– пускового двигателя, л	–	–	8,0	2,5	2	3	3	3	–	–
Гидросистема:										
– рулевого управления	–	–	38	6	6	–	–	–	–	–
– оборудования навесного устройства	175	175	38	20,5	22,5	14,5	14,5	14,5	7,5	7,0

Таблица 1.9

## Техническая характеристика гусеничных тракторов

Показатель	Т-130М	Т-4А	Т-150	ДТ-75МВ	ДТ-75В	ДТ-75С	Т-70С
Класс трактора	6	4	3	3	3	3	2
Основной двигатель	Д-160	А-01М	СМД-60	А-41	СМД-14НГ	СМД-66	Д-240 ЛГ
Номинальная мощность, кВт	103	95,6	121,5	66,2	58,8	125	51,5
Масса заправленного трактора, кг	14900	8400	7400	7160	6910	7850	4380
Среднее удельное давление на почву, МПа	0,05	0,04	0,047	0,047	0,048	0,055	0,06
Расчетная скорость движения вперед без ходоуменьшителя, км/ч	3,17–10,46	3,47–9,52	7,65–15,89	5,3–11,18	5,5–11,5	плавно 0–21,7	1,67–11,36
Удельный расход топлива, г/(кВт · ч)	265	265	252	265	265	252	272
Топливный бак, л:							
– основного двигателя	290	320	315	245	245	360	150
– пускового двигателя	10	4,5	8	2,5	2,5	2,5	3,8
Смазочная система, л	27	30	20	25	21	20	15
Система охлаждения	75	37	48	41	60	36,5	20
Гидросистема навесного оборудования	110	22,5	30	25	25	40	20

*Затраты труда. Энергозатраты*

Одним из важнейших показателей технико-экономической эффективности средств механизации и использования машинно-тракторного парка наряду с экономией затрат денежных средств является экономия затрат труда. *Затраты труда на единицу наработки* – это важный показатель ЭМТП, дополняющий комплексный показатель прямых и приведенных затрат.

Затраты труда (Т) обычно измеряют затратами рабочего времени на единицу наработки (W), непосредственно обслуживающих агрегат (трактористов-машинистов, вспомогательных рабочих) в технологическом процессе и определяется на 1 га выполненной работы Т, ч/га:

$$T = \frac{\sum m}{W}, \quad (1.3)$$



где  $m$  – число обслуживающего персонала агрегата, включая машиниста.

Затраты труда на единицу получаемой продукции ( $T_{\text{п}}$ ) находят по сумме затрат на всех производственных процессах  $T_i$ , относя ее к сбору продукции с 1 га ( $g_{\text{п}}$ , т). В этом случае

$$T_{\text{п}} = \sum_1^x T_i / g_{\text{п}}, \quad (1.4)$$

где  $x$  – число производственных процессов.

Из выражений (1.3) и (1.4) следует, что для снижения затрат труда надо:

1) уменьшать число рабочих (основных и вспомогательных), применяя навесные и самоходные агрегаты, высокопроизводительные машины, средства автоматизации, совершенствуя технологический процесс и т. д.;

2) увеличивать производительность агрегатов;

3) повышать урожайность (продуктивность) земли.

*Энергозатраты* – это затраты энергии на механическую **работу** \*. Энергозатраты различают в зависимости от режима работы *рабочего* и *холостого ходов*, *остановочные* (на остановках) и *суммарные*; в зависимости от принимаемой в расчет мощности – *тяговые*, *приводные* (на ВОМ), *эффективные* (на валу двигателя), *индикаторные*, *полные* (по потенциальной энергии расходуемого топлива), а также *полезные* (по энергозатратам трактора и по энергозатратам рабочих машин).

Кроме того, различают энергозатраты:

– *фактические*;

– *номинальные* (рассчитанные по номинальной мощности);

– *нормативные* (рассчитанные по нормативной мощности), т. е. по технически возможному (рациональному) использованию мощности.

Для тягово-приводного агрегата в энергозатратах двигателя учитывают затраты, идущие как на тягу, так и на привод рабочих органов совместно. При необходимости их можно разделить.

Классификация и принятые обозначения энергозатрат и соответствующего расхода машинно-тракторным агрегатом приведены в [2, с. 87–88, табл. 1.5 и 1.6].

---

\* Работа выражается в джоулях (1 Дж = 1 Н · 1 м). Если единицы измерения величин даны в старой системе единиц – мощность в л. с., соответственно работа в л. с. · ч. Следует иметь в виду, что 1 л. с. · ч = 27 · 10<sup>4</sup> кВт · м ≈ 0,7355 кВт · ч ≈ 2,648 МДж.

Энергозатраты не являются непосредственными эксплуатационными затратами материальных ценностей, учитываемыми, например, в денежном выражении при определении стоимости механизированных работ. Но они обуславливают материальные затраты при эксплуатации агрегатов. Расчеты энергозатрат применяют для следующих целей:

– *фактические энергозатраты* – для определения расхода топлива, возможного износа машин, производительности агрегата и т. п.;

– *номинальные* – для определения потребного количества энергетических средств (тракторов, самоходных машин и др.);

– *нормативные* – для целей нормирования выработки и расхода топлива при работе агрегатов.

Полезные затраты энергии ( $\mathcal{E}_3$ , кВт · ч/га можно определить из уравнения:

$$\mathcal{E}_3 = N_e/W,$$

где  $N_e$  – эффективная мощность двигателя, %.

## **Агротехнологические факторы**

Агротехнологические факторы – это свойства рабочих машин, характеризующие качество выполнения технологических процессов и операций (для различных машин применяют разнообразные показатели оценки их агротехнологических свойств и результатов работы).

## **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

1. Технологические (агротехнические, технические и экономические) требования к выполнению заданной операции.

2. Техническая характеристика сельскохозяйственной машины (орудия).

3. Техническая характеристика энергоносителя (трактора).

4. Обоснование выбора сельскохозяйственной машины (орудия).

5. Обоснование выбора энергоносителя (трактора).

6. Условия (площадь, рельеф участка, структура почвы и т. д.), при которых будет выполняться технологическая операция.

7. Нарисовать и обосновать схемы движения и повороты МТА на выбранном участке.
8. Расчет состава машинно-тракторного агрегата и их показателей:
  - производительности;
  - расхода топлива;
  - затрат труда;
  - энергозатрат.
9. Список использованной литературы.
10. Защита отчета.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Цель и задачи составления и расчета МТА в технологических процессах при возделывании сельскохозяйственных культур.
2. Что характеризуют понятия “технологический процесс” и “технологическая операция”?
3. Почему тяговое усилие на крюке трактора должна быть больше тягового сопротивления машины или орудия?
4. Какие факторы влияют на тяговое сопротивление почвообрабатывающих машин и орудий для основной и поверхностной обработки почвы?
5. От чего зависит удельный расход топлива энергоносителя?
6. Какими путями можно увеличить коэффициент ( $\eta_{и}$ ) энергоносителя (трактора) на крюке?
7. Почему эксплуатационная скорость МТА всегда меньше технической скорости? Пути повышения эксплуатационной скорости МТА.
8. Почему при расчете технической производительности агрегата учитывается коэффициент использования ширины захвата ( $\beta$ )?
9. Для чего рассчитывают показатели затраты труда (Т) и затраты энергии (Э) для МТА? Их роль в эксплуатации МТП.
10. Как определяется энергонасыщенность тракторов?
11. Какие факторы влияют на уменьшение показателя затрат труда?
12. Дать техническую и внешнюю характеристики выбранного трактора.

## Глава 2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

### 2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Технологические процессы в сельскохозяйственном производстве органически связаны с транспортными работами. Поэтому система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства предусматривает снабжение сельского хозяйства основными базовыми моделями грузовых и легковых автомобилей. Технические характеристики базовых моделей автомобилей, используемых в сельском хозяйстве, представлены в табл. 2.1–2.4.

**Таблица 2.1**

Техническая характеристика базовых моделей автомобилей,  
используемых в сельском хозяйстве

Показатель	Модификация						
	ГАЗ-53-12	ГАЗ-66-11	ЗИЛ-431410	ЗИЛ-4331	КамАЗ-5320	Урал-5557	КАЗ-4540
Колесная формула	4 × 2	4 × 4	4 × 2	4 × 2	6 × 4	6 × 6	4 × 4
Масса перевозимого груза, т	5	2,0	6,0	6,0	8,0	7,0	5,5
Допустимая масса буксируемого прицепа, т	3,5	2,0	6,0	11,5	11,5	11,5	9,0
Габариты:							
– длина, м	6395	5805	6675	7610	7435	7693	6810
– ширина, м	2380	2525	2500	2500	2500	2500	2490
– высота, м	2220	2490	2400	2690	3330	2675	3470
Наибольшая скорость, км/ч	90	90	90	90	80	75	75
Модель двигателя	ЗМЗ-53-11	ЗМЗ-66-06	ЗИЛ-130	ЗИЛ-645	КамАЗ-740	КамАЗ-740	ЯМЗ-КАЗ-642
Цилиндры:							
– количество	8						6
– расположение	V-образное						
Порядок работы цилиндров	1-5-4-2-6-3-7-8						1-4-2-5-3-6
Ном. мощность, кВт (числитель), при частоте вращения коленвала, об/мин (знаменатель)	<u>88,5</u> 3200	<u>88,5</u> 3200	<u>110</u> 3200	<u>136</u> 2800	<u>154</u> 2600	<u>154</u> 2600	<u>114</u> 2600
Применяемое топливо	А-76	А-76	А-76	Д/Т	Д/Т	Д/Т	Д/Т
Контр. расход топлива при скорости 60 км/ч, л/100 км пути	20,8	21,8	26,5	20,0	24,0	31,0	25,0

Таблица 2.2

## Технические характеристики ГАЗ-3307

Показатель	Технические данные
Колесная формула	4 × 2
Габариты, мм	6330 × 2380 × 2350
Колесная база, мм	3770
Шины	8,25R20
Номинальная мощность, кВт (л. с.)	92 (125)
Максимальная скорость, км/ч	90
Внутренние размеры платформы, мм	3490 × 2170 × 510
Рабочий объем, л	4,25
Степень сжатия	7,6
Емкость топливного бака, л	100
Двигатель	ЗМЗ-511.10
Грузоподъемность, кг	4500
Полная масса, кг	7850
Расход топлива (л/100 км при V = 60 км/час)	19,6
КПП	механич., 4-ступенчатая, синхронизир.
Рулевое управление	винтово-шариковая гайка или червяк с 3-гребневым роликом
Тормоза	гидравлические с отдельным приводом и гидровакуум. усилителем в каждом контуре
Тип	бензиновый, карбюраторный, 4-тактный, V-8, водяное охлаждение

Таблица 2.3

Технические характеристики автомобилей ЗСА-3777 ПЛ/ЦМ  
и ЗИЛ-5301 “Бычок” (модификация “Автомастерская”)

Показатель	Технические данные		
	ЗСА-37771	ЗСА-37776	ЗСА-37081С
Шасси	ГАЗ-3307	ГАЗ-3308	ЗИЛ-5301БО
Масса автофургона, кг	5950		
Полезная площадь кузова, м <sup>2</sup>	6,7	7,0	6,7
Габариты автофургона, мм	6095 × 2250 × 2925	6190 × 2250 × 3090	6145 × 2350 × 3070
Размер проема задних дверей, мм	1350 × 1617	1304 × 1570	–
Толщина слоя теплоизоляции кузова, мм	50		
Коэффициент теплопередачи кузова, Вт/м <sup>2</sup> или К (ккал/м <sup>2</sup> · ч, °С), не более	0,7 (0,6)		
Скорость автофургона (max), км/ч	90	90	95
Расход топлива (л/100 км при V = 60 км/ч)	19,6	19,6	12,0
Применяемое топливо	АИ-76		дизельное

Таблица 2.4

## Технические характеристики ВАЗ-21213 и ВАЗ-21214

Показатель	Технические данные
1	2
Количество мест, включая место водителя	4
Грузоподъемность, кг	400
Масса снаряженного автомобиля, кг	1210
База (расстояние между осями), мм	2200
Колея колес, мм:	
– передних	1430
– задних	1400
Просвет при полной нагрузке и нормальном давлении в шинах, мм:	
– до поперечины передней подвески	288
– до балки заднего моста	220
– до картера двигателя	319
Габаритные размеры, мм:	
– длина	3740
– ширина	1680
– высота (без нагрузки)	1640
Максимальная скорость движения на высшей передаче, км/ч:	
– при полной массе автомобиля	135
– с водителем и одним пассажиром	137
Время разгона с места с переключением передач до скорости 100 км/ч, с:	
– при полной массе автомобиля	21
– с водителем и одним пассажиром	19
Наименьший радиус поворота по оси следа переднего внешнего колеса, м	5,5
Тормозной путь автомобиля с полной нагрузкой при $V = 80$ км/ч на горизонтальном участке сухого, ровного асфальтированного шоссе, м	40
Модель двигателя:	
– ВАЗ-21213	21213
– ВАЗ-21214	21214
Диаметр цилиндра и ход поршня, мм	82 × 82
Рабочий объем, л	1,7
Степень сжатия	9,3
Номинальная мощность по ГОСТ 14846 (нетто) при частоте вращения коленчатого вала на ВАЗ-21213 (5200) об/мин, л. с. и на ВАЗ 21214 (5400) об/мин, л. с.	78,9
Передаточные числа коробки передач:	
– I	3,67
– II	2,1
– III	1,36
– IV	1,00
– V	0,82
– задний ход	3,53

1	2
Передаточное число главной передачи (обоих мостов)	3,9
Передаточные числа раздаточной коробки:	
– высшая передача	1,2
– низшая передача	2,135
Размер обода колеса	127J-406 (5J-16)
Шины	диагональные 175-406 (6,95-16) или радиальные 175/80R16

Автомобили **ВАЗ-21213** и **ВАЗ-21214** – это комфортабельные быстроходные малолитражные полноприводные легковые автомобили повышенной проходимости, предназначенные для перевозки пассажиров и грузов по дорогам со всеми видами покрытий и грунтовыми дорогам.

*Транспортные средства* \* (автомобили, прицепы, тракторные тележки и т. п.) не являются сельскохозяйственными машинами и составляют транспортный парк предприятия. Но они примыкают к машинно-тракторному парку и рассматриваются вместе с ним.

Автомобильные заводы постоянно работают над совершенствованием конструкции грузовых автомобилей и автопоездов, т. е. над повышением их эксплуатационных качеств, производительности, приспособленности к использованию прицепов и полуприцепов, уменьшению расходов топлива и смазочных материалов.

К основным направлениям развития конструкций легковых автомобилей следует отнести переход на выпуск переднеприводных автомобилей с уменьшенной массой (за счет применения пластмасс, более тонкого проката и проката из сплавов на основе алюминия), снабженных двигателями с рабочим объемом до 1,8 л. Уменьшение массы переднеприводных автомобилей позволяет снизить расход топлива на 10–15 %. Совершенствуется и структура автомобильного парка: увеличивается выпуск специализированных автомобилей, прицепов и полуприцепов, автомобилей грузоподъемностью до 2 и более 8 т, уменьшается выпуск автомобилей грузоподъемностью 3–5 т. На всех автомобилях энергетической установкой являются четырехтактные двигатели внутреннего сгорания. У автомоби-

---

\* Слово “транспорт” произошло от латинского термина **transportore**, означающее “переносить, перевозить”.

лей ГАЗ-33.021, ЗИЛ-5301, ЗИЛ-4331, КамАЗ-5320, КАЗ-4540, Урал-5557 и их модификаций это дизель, а у всех остальных – бензиновый карбюраторный двигатель или его модификация, работающая на газе. Кроме того, на шасси базовых моделей автомобилей поставляют самосвалы и специализированные автомобили-цистерны для нефтепродуктов, топливозаправщики, автопогрузчики, агрегаты для технического обслуживания (АТО), передвижные ремонтные мастерские (АРМ) и др.

Однако все эти усовершенствования смогут быть в полной мере реализованы только при условии грамотной эксплуатации автотранспортных средств. Эксплуатация машин в основном зависит от инженерно-технического персонала, водителя и механизатора, от их знаний конструкций, условий эксплуатации автомобиля, трактора и других подъемно-транспортных машин, умения своевременно обнаруживать и устранять неисправности и от их мастерства вождения.

По виду выполняемых работ транспорт делят на внутриусадебный, внутрихозяйственный, внехозяйственный.

*Внутриусадебный транспорт* – это тракторы со специальными кузовами и прицепами, самоходные шасси, гужевой транспорт и специальные стационарные, полустационарные транспортные средства. Расстояние перевозок не превышает 1–2 км.

*Внутрихозяйственный транспорт* – это тракторы с прицепами, автомобили и гужевой транспорт, которые применяют для перевозок грузов до 10 км, движение происходит в условиях проселочных грунтовых дорог и бездорожья.

*Внехозяйственный транспорт* – это автомобили, тракторы, применяемые для перевозки грузов на сравнительно большие расстояния.

В зависимости от участия в производственном процессе транспорт делят на производственный и самостоятельный.

*Производственный транспорт* непосредственно связан с работой сельскохозяйственных агрегатов, подвозом семенного материала, удобрений и т. п., а также сбором и распределением материалов.

*Самостоятельный транспорт* – это автомобили, автомобильные и тракторные поезда большой грузоподъемности. Применение автопоездов при перевозках на дальние расстояния (более 30 км) снижает расход топлива на единицу перевозимого груза до 30–40 % и повышает производительность автомобилей примерно в два раза.

Для сельскохозяйственных перевозок характерны разнообразие специфических грузов, маршрутов и тяжелые дорожные условия.



На основных транспортных перевозках заняты автомобили грузоподъемностью 4500 кг и более. Автомобили, используемые для легких грузов, оборудуют кузовами увеличенного объема или наращивают борта кузова.

Для транспортировки скоропортящихся продуктов, (например, мяса и рыбы, как правило, замороженных) применяют автомобили, оснащенные холодильным оборудованием. В охлажденном виде перевозят такие продукты, как масло, молоко, сливки, фрукты и т. д.

При бестарной перевозке сыпучих и пылевидных материалов (например, минеральных удобрений, цемента и т. п.) применяют транспортные агрегаты с герметическими закрытыми кузовами, обеспечивающими быструю погрузку и разгрузку, а жидкие грузы перевозят в цистернах. Цистерны молоковозов вместимостью 0,9–20 м<sup>3</sup> изготавливают из алюминиевых сплавов. Поверхность цистерны покрывают тонким стальным листом. В цистернах для перевозки нефтепродуктов имеются специальные волнорезы и перегородки, способствующие уменьшению колебаний жидкости при движении и смягчению гидравлического удара при торможении или разгона автомобиля.

В небольших предприятиях (кооперативах, акционерных обществах, фермерских хозяйствах и др.) мелкие партии грузов перевозят автомобилями малой грузоподъемности – до 2000 кг.

Транспортные средства доставляют топливо, смазочные и строительные материалы, удобрения, машины, агрегаты, сельскохозяйственную продукцию и т. д. Поэтому грузы сельскохозяйственного назначения по степени загрузки и использования грузоподъемности транспортных средств делятся на два вида: *мало-* и *многообъемные*. К первым относятся зерно, удобрения, почва и т. д., ко вторым – солома, сено, навоз, силосная масса и т. д. В зависимости от способа погрузки и выгрузки различают грузы штучные, навалочные и наливные.

*Штучные грузы* разделяют на тарные (транспортируемые в мешках, бочках, в ящиках, тюках) и бестарные (перевозимые без упаковки).

*Навалочные грузы* (зерно, корнеклубнеплоды, зеленая масса, силос и др.) чаще перевозят без тары.

*Наливные грузы* (топливо, растворы, молоко, навозная жижа и проч.) перевозят в специальных цистернах.

По трудоемкости погрузки и разгрузки грузы подразделяют на четыре группы (чем больше трудоемкость, тем выше номер группы).

– *первая*: навалочные, сыпучие грузы (почва, песок), не требующие осторожности при погрузке и разгрузке;

- *вторая*: грузы, затаренные в бочки, мешки (например, зерно, бобовые, удобрения, картофель), и некоторые навалочные (глина, камни);
- *третья*: упакованные грузы в ящики, корзины, связки, рулоны, тюки (сено, солома) и многие навалочные (уголь, зерно, бобовые, картофель);
- *четвертая*: грузы, неудобные для транспортировки, требующие осторожности при погрузке и разгрузке (бахчевые, фрукты в ящиках, жидкость в стеклянной таре, лесоматериалы и блоки длиннее 4 м, грузы в мелкой таре: коробках, лотках, банках).

В зависимости от использования транспортных средств, определяемые их объемной (погрузочной) массой (т, м<sup>3</sup>, л), все грузы подразделяют на классы. Класс груза характеризуется коэффициентом использования грузоподъемности прицепов, автомобилей (см. табл. 2.5).

**Таблица 2.5**

**Характеристика использования грузоподъемности  
транспортных средств**

<b>Класс груза</b>	<b>Коэффициент использования грузоподъемности</b>
Первый	1,0
Второй	0,99–0,71
Третий	0,7–0,51
Четвертый	0,5–0,41
Пятый	0,4–0,3

В соответствии от класса груза установлены тарифы на их перевозку.

При перевозке грузов на производительность транспортных средств, стоимость перевозок и выбор типа транспорта влияют дорожные условия.

*Автомобильные дороги* – это комплекс инженерных сооружений, включающих земляное полотно, основание и покрытие, мосты, дорожные знаки. Применяются следующие типы покрытия дорог: цемента- и асфальтобетонные, битумоминеральные смеси (щебень или гравий, обработанный битумом), щебень или гравий без обработки, дегтебетон, булыжник, колотый камень, грунт и малопрочный камень, обработанный вяжущими материалами.

Согласно правилам дорожного движения (ПДД) и основ безопасности движения (ОБД), чтобы дорога не разрушалась, устанавливаются предельные нагрузки на каждую ось транспортного средства и его общую предельную массу при движении на различных дорогах. На дорогах 1 и 2 категорий запрещено движение двухосного автомобиля или прицепа, общая масса которого превышает 17500 кг, трехосного – 25000, автопоезда –

33000 (при четырех осях) и 40000 кг (при пяти и более осях). На всех других дорогах масса двухосных автомобилей и прицепов составляет 10500 кг, трехосных – 15000 или согласно установленным дорожным знакам.

По состоянию (типу полотна, интенсивности движения, ширина земляного полотна, расчетной скорости) дороги делят на пять категорий (см. табл. 2.6).

**Таблица 2.6**

**Характеристика категорий дорожных условий эксплуатации автомобилей**

<b>Категория дорожных условий эксплуатации</b>	<b>Характеристика дорог</b>
1-я	Дороги с усовершенствованным покрытием (бетон, асфальтобетон)
2-я	Автомобильные дороги с битумно-минеральным, щебеночным, гравийным и дегтебетонным покрытием
3-я	Автомобильные дороги с твердым покрытием и грунтовые дороги, обработанные вяжущими материалами
4-я	Грунтовые дороги, укрепленные или улучшенные местными материалами
5-я	Естественные грунтовые дороги

В сельском хозяйстве транспорт используется главным образом на дорогах 4–5 категорий.

При планировании и нормировании тракторных транспортных работ дороги делят на три основные группы:

- *первая*: дороги гравийные и щебеночные, грунтовые, проселочные в хорошем состоянии, снежные укатанные дороги;
- *вторая*: дороги гравийные и щебеночные, грунтовые, проселочные после дождя, с рыхлым снежным покровом, стерня после уборки, поле после уборки корнеклубнеплодов в сухую погоду;
- *третья*: дороги разбитые с глубокой колеей, оттаявшие после оттепелей, гребнистые, пашня замерзшая, переувлажненное поле после уборки корнеклубнеплодов, бездорожье в весенне-осеннюю распутицу, снежная целина.

Эксплуатационная характеристика дорожных условий дана в табл. 2.7.

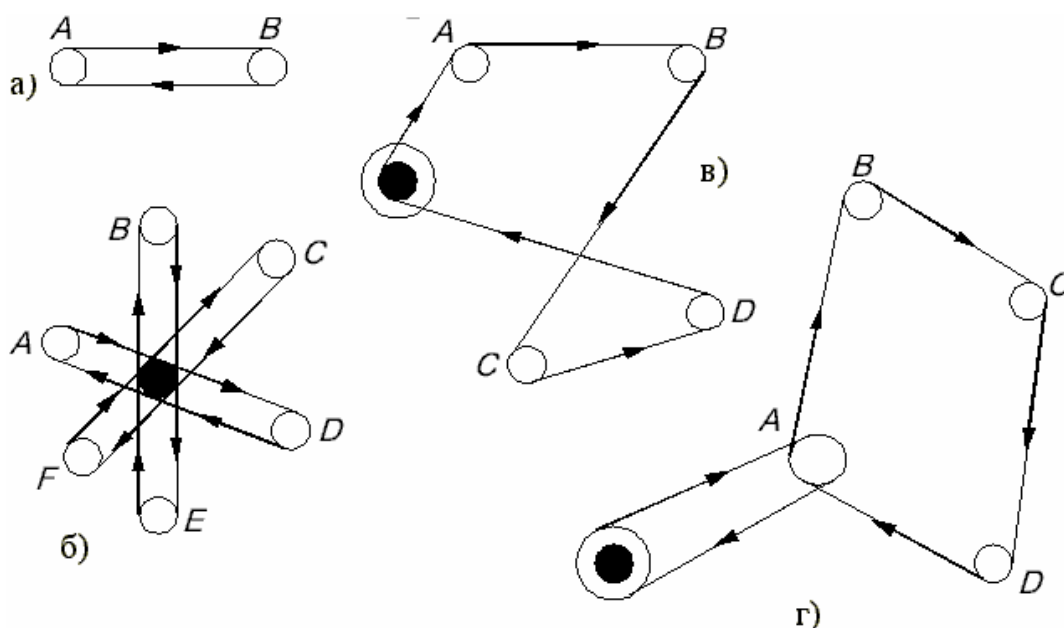
Скорость движения выбирают в зависимости от условий и свойств дороги, класса груза, технических характеристик транспортных средств, на которых можно развивать наибольшую скорость при минимуме расхода топлива, согласно правилам дорожного и безопасного движения.

## Эксплуатационная характеристика дорожных условий

Категория дороги	Расчетная скорость, км/ч	Предельный суточный объем движения, автомоб./сут
1	–	–
2	120	7000
3	100	3000
4	80	1000
5	60	200

Эффективность работы транспортных агрегатов в значительной мере зависит от правильной организации движения, распределения транспорта по видам грузов, выбора маршрута, определение режима работы и т. д.

*Маршрутом* называют порядок следования транспортного агрегата между двумя или несколькими пунктами назначения. Виды маршрутов: маятниковые, радиальные, кольцевые и петлевые (см. рис. 2.1).



**Рис. 2.1.** Схемы видов маршрутов:  
а) маятниковый; б) радиальный; в) кольцевой; г) петлевой

*Маятниковый* – маршрут движения, при котором ездки между двумя пунктами погрузки и разгрузки многократно повторяются (рис. 2.1а). В сельском хозяйстве – это основная форма движения транспортных агрегатов. Ездки могут быть с грузом в обоих направлениях и с холостым пробогом “туда” или “обратно”.

*Радиальный* – маршрут, предусматривающий перевозку грузов из нескольких пунктов отправки в один пункт или наоборот (рис. 2.1б). Радиальные маршруты применяют, например, при перевозке семян или удобрений со склада на различные поля.

*Кольцевой* – маршрут, при котором транспортные агрегаты движутся по замкнутой траектории с последовательным объединением ряда грузовых потоков в один (рис. 2.1в), его разновидность – *петлевой* (рис. 2.1г). Кольцевые маршруты в сельском хозяйстве совершают специализированные транспортные средства (развозка нефтепродуктов, обслуживание бригад ремонтными средствами, диагностирование).

*Ездка* – транспортный процесс, ограниченный расстоянием между двумя пунктами погрузки и разгрузки.

*Рейс* – цикл перевозок, по окончании которых транспортный агрегат возвращается к месту припарковывания. При маятниковых маршрутах рейс состоит из двух ездов – “туда” и “обратно”.

*Путевой лист* – основной документ учета работы транспорта, удостоверяющий право водителя работать на линии. На путевом листе должны стоять штамп, печать предприятия (владельца транспорта) и дата выдачи. В нем указывают также марку, государственный номер, фамилию и инициалы водителя, номер водительского удостоверения, класс. При выезде из предприятия или возврата в него в путевом листе соответствующими должностными лицами (диспетчером, механиком, заправщиком топлива, медработником) делаются отметки, удостоверяющие:

- возможность выезда водителя на линию (наличие водительского удостоверения, состояния здоровья, техника безопасности и т. д.);
- исправность транспорта;
- время (по графику и фактически) выезда с предприятия и возврата после рейса и показания счетчика (расход топлива, мото-ч).

## **Лабораторная работа № 2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**Цель работы** – ознакомление студентов с условиями работы, планирования и расчета транспортных агрегатов в сельскохозяйственном производстве.

**Оборудование рабочего места** – справочная литература [6], [8], [22], [23], чертежные принадлежности, миллиметровка, ПЭВМ.

## **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА И РАСЧЕТЫ**

Ознакомиться с общими сведениями, условиями работы транспорта в сельском хозяйстве. По согласованию с преподавателем выбрать вид и марку транспортных средств (автомобили, тракторы, прицепы) и на этой основе:

1) определить:

- техническую характеристику транспортных средств (скорость, грузоподъемность, расход топлива и т. д.);
- вид и класс груза;
- группу груза по трудоемкости погрузки и разгрузки;
- класс дорог;
- вид маршрута, количество ездов на маршруте, продолжительность времени рейса;

- расстояние и время пробега транспортных средств;

- эксплуатационные показатели транспортного агрегата;

2) рассчитать расход горюче-смазочных материалов (ГСМ);

3) по расходу и состоянию ГСМ проанализировать общее работоспособное состояние транспорта, двигателя;

4) по вышеперечисленным требованиям построить график движения транспортных средств в масштабе.

Защита отчета.

При выполнении работы рекомендуется применить ЭВМ.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ**

### **Эксплуатационные показатели и расчет транспортных средств**

Работу транспортных средств оценивают по показателям технического состояния подвижного состава, организации транспортного процесса и рационального использования подвижного состава. Такими показателями являются:

- коэффициент технической готовности подвижного состава;

- техническая и эксплуатационная скорости движения;
- коэффициенты использования пробега и грузоподъемности (пассажировместимости);
- объем перевозок.

Показателем, характеризующим готовность подвижного состава выполнять перевозочный процесс, является коэффициент технической готовности подвижного состава ( $a_T$ ). Он определяется отношением числа технически исправных машин к списочному составу машин:

$$a_T = A_T/A_{\text{сп}},$$

где  $A_T$  – количество транспортных единиц, готовых к эксплуатации;  $A_{\text{сп}}$  – списочное количество транспортных единиц.

Транспорт во время работы движется с переменными скоростями в зависимости от динамических качеств машин, состояния дороги, характера перевозимого груза, нагрузки и т. д. Поэтому скорость движения за определенный период времени можно выразить только средними значениями. При эксплуатационных расчетах работы транспортных средств следует учитывать, что средняя скорость движения на сельскохозяйственных перевозках зависит от состояния дороги, а при коротких перевозках также и от длины пути. Так, например, на проселочных дорогах скорость движения автомобиля колеблется от 20 до 40 км/ч, на хороших грейдерных дорогах она достигает 40 км/ч, а на асфальтовых – 70–80 км/ч.

В практике эксплуатации транспортных средств различают техническую и эксплуатационную средние скорости движения.

*Техническая скорость* ( $V$ , км/ч) – это средняя скорость движения, в которую включены и остановки, связанные с задержкой транспорта у переездов и перекрестков в населенных пунктах. Ее определяют отношением пройденного пути ( $S$ , км) ко времени фактического движения ( $T_{\text{дв}}$ , ч):

$$V = S/T_{\text{дв}}.$$

*Эксплуатационная скорость* ( $V_{\text{э}}$ , км/ч) учитывает время нахождения машины в работе (на линии), включая простои, связанные с погрузкой и выгрузкой, оформлением документов, техническими неисправностями в пути и т. д. Рассчитывают ее делением пройденного пути ( $S$ , км) на время нахождения транспортного средства в наряде ( $T_{\text{н}}$ , ч):

$$V_{\text{э}} = S/T_{\text{н}} = S/(T_{\text{дв}} + T_{\text{пр}}),$$

где  $T_{пр}$  – время простоев (погрузка, разгрузка, ТО, простои по организационным вопросам), ч.

Эксплуатационная скорость, как правило, всегда меньше технической скорости. На эксплуатационную скорость оказывают большое влияние организация транспортных работ и расстояние перевозок. Чем меньше простоя на погрузке-разгрузке по техническим и организационным причинам, тем больше эксплуатационная скорость.

Коэффициент использования времени смены ( $\tau$ ) – отношение эксплуатационной скорости к технической:

$$\tau = V_э/V,$$

Коэффициент  $\tau$  для различных транспортных агрегатов можно подсчитать более точно, используя [2, с. 75].

Каждое транспортное средство характеризуется определенной номинальной грузоподъемностью, установленной заводом-изготовителем. Фактическая загрузка часто не совпадает с номинальной грузоподъемностью. В зависимости от рода груза, характера грузопотока, дорожных условий, технического состояния транспорта и т. д. загрузка бывает или неполной, или несколько повышенной по сравнению с номинальной грузоподъемностью. Для оценки и использования грузоподъемности применяют статический и динамический коэффициенты.

*Статический коэффициент использования грузоподъемности* ( $K_{ст.гр}$ ) определяют делением количества фактически перевезенного груза ( $Q_T$ , т) на количество груза, которое можно было бы перевезти за то же число ездов при полном использовании номинальной грузоподъемности:

$$K_{ст.гр} = Q_T/zq,$$

где  $z$  – число ездов;  $q$  – номинальная грузоподъемность транспорта, т.

*Динамический коэффициент использования грузоподъемности* ( $K_{д.гр}$ ), в отличие от статического, оценивает степень использования грузоподъемности с учетом расстояния ( $S$ , км) перевозок. Его находят как отношение фактически выполненной транспортной работы ( $Q_{ТК}$ , т. км), измеряемой к той работе, которую можно было бы выполнить при полном использовании номинальной грузоподъемности на всем пути движения:

$$K_{д.гр} = Q_{ТК}/\sum qS.$$



Общее расстояние пробега ( $S_{об}$ , км) за определенный отрезок времени определяется из формулы

$$S_{об} = S_p + S_x + S_{п},$$

где  $S_p$  – расстояние пробега транспорта (или всего парка) в груженом состоянии, км;  $S_x$  – пробег без груза, км;  $S_{п}$  – подготовительный пробег, включающий путь к месту работы, на заправку, на техническое обслуживание, км.

Коэффициент использования пробега ( $\phi_T$ ) вычисляется из уравнения

$$\phi_T = S_p/S_{об}.$$

Для грузового автотранспорта значение  $\phi_T \approx 0,5$ .

## **Производительность транспортных средств**

Производительность труда в сельском хозяйстве в значительной мере зависит от производительности машинных агрегатов и измеряется количеством продукции, получаемой на единицу затраченного труда. Поэтому при перевозке различных видов груза учитываются все факторы, влияющие на производительность транспортных средств. Например, при выборе транспортных средств по индустриальной технологии возделывания картофеля для перевозки клубней учитывают, а исследования показывают, что при движении по картофельному полю более эффективным является тракторный транспорт, а при движении по грунтовым дорогам – автомобили. Как правило, работа тракторов с прицепами эффективна при урожайности 20–22 т/га и расстоянии перевозки 3–5 км и при урожайности менее 20 т/га и расстоянии 5–6 км. При расстояниях более 5–6 км и урожайности свыше 20–22 т/га обычно выгоднее использовать автомобили. Если урожайность картофеля менее 20–22 т/га, а расстояние перевозок свыше 5–6 км, применяют смешанные перевозки (комбитрейлерный метод): на поле картофель собирают в тракторный прицеп, а по дорогам этот прицеп буксирует автомобиль, который также можно загружать на поле.

Производительность транспортных средств выражают количеством транспортной работы, выполненной за определенный промежуток времени: час или смену.

Часовую производительность транспорта ( $W_{\text{чт}}$ , ч · т. км) можно рассчитать по транспортной работе, выраженной в тонно-километрах:

$$W_{\text{чт}} = qK_{\text{д.гр}}\tau V,$$

или по грузообороту ( $W_{\text{чQ}}$ ), выраженному в тоннах:

$$W_{\text{чQ}} = Q_{\text{T}} / T_{\text{см}} = \frac{q\phi_{\text{T}}V}{S_{\text{гр}}K_{\text{ст.гр}}\tau},$$

где  $Q_{\text{T}}$  – количество перевезенного груза за смену, т;  $T_{\text{см}}$  – продолжительность смены, ч;  $S_{\text{гр}}$  – расстояние, на которое перевозят груз, км.

Из приведенных выражений производительности транспортного агрегата видно, что она увеличивается прямо пропорционально грузоподъемности агрегата ( $q$ , т) и степени ее использования ( $K_{\text{ст.гр}}$ ), скорости движения ( $V$ , км/ч), коэффициентам использования времени смены ( $\tau$ ) и пробега ( $\phi_{\text{T}}$ ). Часовая производительность транспортного агрегата ( $W_{\text{чт}}$ ) с увеличением расстояния поездки растет, а грузооборот ( $W_{\text{чQ}}$ ) падает.

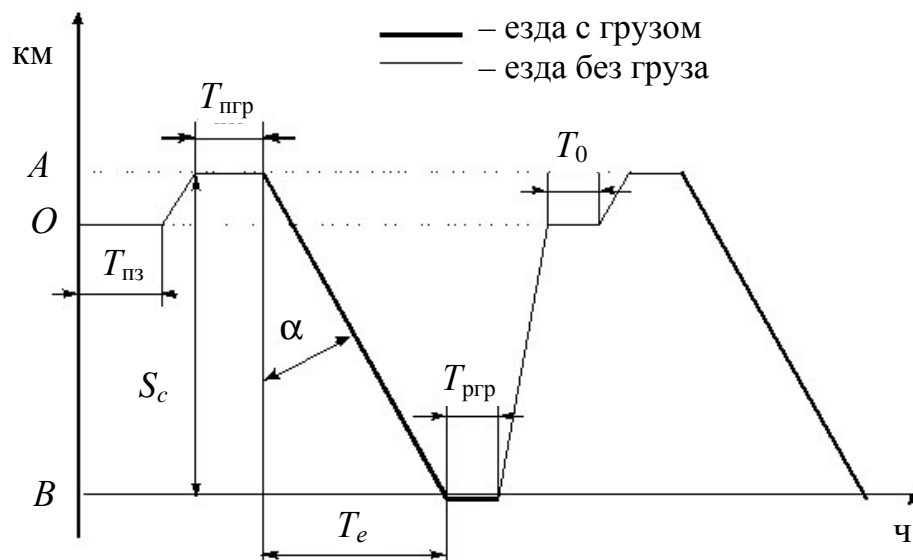
По данным института механизации сельского хозяйства, держать в хозяйствах автомобили, годовая загрузка которых не превышает 1000–1500 ч, нецелесообразно. В этом случае выгоднее брать автомобили по договору в транспортных организациях.

## Построение плана-графика движения транспорта

При организации перевозок массовых грузов важно согласование движения транспортных агрегатов. Для этого составляют график движения (см. рис. 2.2), в котором увязывают действия транспорта, находящегося на маршруте. График строят в определенном масштабе: по оси абсцисс откладывают расстояния в километрах соответственно данному маршруту, а по оси ординат – продолжительность смены в часах (рейс).

Наклонная линия графика представляет движение транспортных агрегатов, а горизонтальная линия соответствует простоям по тем или иным причинам и затратам времени на езду с грузом и без груза.

Обычно график строят так, чтобы в пунктах загрузки и разгрузки не было простоев транспортных агрегатов, сроки переработки грузов в пунктах отправления и назначения соответствовали бы режиму работы складов и пунктов погрузки.



**Рис. 2.2.** График движения:  $O$  – гараж;  $A$  – пункт погрузки;  $B$  – пункт разгрузки;  $T_e$  – длина ездки с грузом и затраты времени на нее;  $T_{пз}$  – подготовительно-заключительное время;  $T_{пгр}$  и  $T_{ргр}$  – время погрузки и разгрузки;  $T_0$  – простой из-за технического обслуживания;  $S_c$  – расстояние от пункта погрузки;  $\alpha$  – скорость движения транспортных агрегатов из пункта  $A$  в пункт  $B$

## Расход горюче-смазочных материалов

Расход топлива на единицу работы выполненной в тоннах ( $g_t, т$ ) или тонно-километрах ( $g_{т.км}, т. км$ ) определяют, исходя из установленных норм, рассчитанных на смену или рейс.

Расход топлива за смену на тракторные транспортные агрегаты рассчитывают так же, как и на тракторные полевые агрегаты по формуле (1.2). Для тракторов расход топлива брать в табл. 1.8, 1.9.

Расход топлива на автомобили складывается из расхода:

- на норму расхода топлива ( $g_{км.н}$ ) (норма дается в литрах на 100 км);
- на транспортную работу ( $g_{т.км.н}$ ) (норма дается в литрах на 100 т. км перевезенного груза);
- на каждую ездку с грузом ( $g_{езд.н}$ ) (затраты на остановки при погрузке и разгрузке и т. д.);
- на работу в тяжелых дорожных условиях, в зимнее время, при работе с автоприцепами и другие ( $g_{доп.н}$ ) (дополнительные затраты).

Линейные нормы расхода топлива для автомобилей даны в табл. 2.8.

Таблица 2.8

## Линейные нормы расхода топлива для автомобилей

Марка автомобиля	Норма расхода, л/100 км
ГАЗ-52	22
ГАЗ-53 и его модификации	25
УАЗ-450, УАЗ-452 и их модификации	17
ГАЗ-66 и его модификации	29
ЗИЛ-130 и его модификации	31
ЗИЛ-131 и его модификации	42
Урал-375 и его модификации	31
ГАЗ-САЗ-2500, 3502, 53Б	29
ЗИЛ-ММЗ-585	36
РАФ-977 и его модификации	15
ПАЗ-652 и его модификации	28
ЗАЗ-965, ЗАЗ-966	7
ЗАЗ-968М и его модификации	8
ГАЗ-24 и его модификации	13
Москвич-2140	10
ВАЗ-2101, 2102, 2105	8,5
ВАЗ-2121 "Нива"	12
КамАЗ-55102	24
ЗСА-3777 ПЛ/ЦМ	19,6
ЗИЛ-5301 "Бычок"	12,0

**Пример.** Автомобиль ЗИЛ-130, прошедший капитальный ремонт, работает с комбайном при уборке зерновых культур. Необходимо определить норму расхода топлива.

По табл. 2.8 находим, что на 100 км пробега расход бензина составляет 31 л. Общее увеличение нормы с учетом того, что двигатель был в ремонте, а машина передвигается по полю за комбайном, составляет 25 %. Таким образом, планируемый расход топлива будет

$$31 + 7,75 = 38,75 \text{ л на } 100 \text{ км пробега.}$$

Для грузовых бортовых автомобилей и автопоездов, работу которых учитывают в тонно-километрах, норма расхода складывается из линейной нормы на 100 км пробега и нормы на транспортную работу из расчета 2 л для карбюраторных двигателей и 1,3 л, для дизелей на каждые 100 т. км перевезенного груза. Предположим, что в предыдущем примере общий пробег автомобиля ЗИЛ-130 составил 120 км, при этом выполнена работа 300 т. км. Общий нормативный расход топлива составит в этом случае

$$(38,75/100)120 + (2,0/100)300 = 52,5 \text{ л.}$$

Таким образом, расчетный (нормативный) расход топлива за смену ( $G_{\text{т.см.н}}$ ) для автомобилей определяют по фактическому пробегу ( $S_{\text{общ}}$ ) и перевезенному грузу ( $Q_{\text{т.км}}$ ) следующим образом:

$$G_{\text{т.см.н}} = g_{\text{км.н}} \sum S_{\text{общ}}/100 + g_{\text{т.км.н}} \sum Q_{\text{т.км}}/100 + g_{\text{езд.н/рейс}} + g_{\text{доп.н}},$$

где  $g_{\text{езд.н/рейс}}$  – расход топлива на каждую езду с грузом на рейс, л.

Для бортовых автомобилей и автопоездов, работающих на расстояниях более 5 км, принимают  $g_{\text{езд.н}} = 0$ ; при меньших расстояниях  $g_{\text{езд.н}} = 0,3$  л. Для автомобилей и автопоездов с самосвальными кузовами считают  $g_{\text{т.км.н}} = 0$ .

Расход масла ( $Q_{\text{м}}$ , %) можно определить по формуле

$$Q_{\text{м}} = Y + \left( \frac{t_{\text{ч}}}{t_{\text{д}}} - 1 \right) Y_{\text{д}} \frac{100 Y}{G_{\text{т.см}} t_{\text{р}}}$$

или ( $Q_{\text{м}}$ , кг/ч):

$$Q_{\text{м}} = Y + \left( \frac{t_{\text{ч}}}{t_{\text{д}}} - 1 \right) Y_{\text{д}} \frac{Y}{t_{\text{ч}}},$$

где  $Y$  – емкость картера двигателя, л;  $Y$  – удельный вес масла;  $t_{\text{ч}}$  – срок службы масла, ч;  $t_{\text{д}}$  – периодичность доливки масла, ч;  $V_{\text{д}}$  – количество доливаемого масла, л;  $G_{\text{т.см}}$  – расход топлива в смену;  $t_{\text{р}}$  – время работы в смену.

Расход смазочных масел, как правило, устанавливают в процентном отношении к расходу основного топлива и потому в практической работе отдельно не рассчитывают. Средний эксплуатационный расход масла для дизелей составляет обычно 1,7–6,0 % от расхода топлива в зависимости от марки и форсирования двигателя, при этом угар масла не должен превышать 0,8 %. Если угар достигает 3 %, двигатель следует направить в ремонт.

Расход масел и смазок для автомобилей планируют на 100 л расхода топлива (см. табл. 2.9). Нормы расхода масла для тракторов в процентах к расходу топлива брать в табл. 2.10.

**Таблица 2.9**

Нормы расхода масел и смазок на 100 л расхода топлива

Смазочные материалы	Автомобили, работающие на бензине	Грузовые автомобили, работающие на дизельном топливе
Моторные масла, л	2,4	3,2
Трансмиссионные масла, л	0,3	0,4
Специальные масла, л	0,1	0,1
Пластичные смазки, кг	0,2	0,3

**Таблица 2.10**Нормы расхода масла для тракторов основных марок  
(в процентах к расходу топлива)

Марка трактора	Группа В-2		Группа Г-2		Масла	
	всего	для двигателя	всего	для двигателя	трансмисс.	индустр. и др.
Т-150, Т-150К	–	–	0,4	1,7	0,4	0,02
Т-4А	–	–	0,9	3,2	0,9	0,1
ДТ-75М	–	–	0,9	3,3	0,9	–
ДТ-75	4,2	2,9	0,9	–	0,9	–
Т-38М, Т-40	4,3	3,2	0,6	–	0,6	–
К-700, К-701	–	–	0,4	2,8	0,4	0,2
МТЗ-80, МТЗ-82	–	–	1,0	2,3	1,0	0,1
ЮМЗ-6Л	–	–	1,1	2,8	1,1	0,1
Т-28	4,4	2,8	1,2	–	1,2	–
Т-25	4,1	2,3	0,7	–	0,7	–

Для легковых автомобилей (кроме ВАЗ), находящихся в эксплуатации менее 3 лет, норму расхода снижают на 50 %, свыше 8 лет – увеличивают на 20 %.

### СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Общие сведения, условия работы транспорта в сельском хозяйстве.
2. Основная техническая характеристика транспортных средств, выбранных по справочной литературе:
  - вид и марка транспортных средств (автомобиль, трактор, прицеп);
  - скорость, грузоподъемность, заправочные емкости, марки и расход горюче-смазочных материалов и т. п.
3. Вид и класс груза.

4. Группа груза по трудоемкости погрузки и разгрузки.
5. Класс дорог.
6. Вид маршрута, количество ездов на маршруте.
7. Расстояние и время пребывания в рейсе транспортных средств.
8. Расчет эксплуатационных показателей транспортного агрегата.
9. Расчет расхода горюче-смазочных материалов (топлива, масел).
10. Анализ общего состояния транспорта, двигателя по расходу и состоянию ГСМ и других технических жидкостей.
11. Схемы маршрутов и графика движения транспортных средств.
12. Список использованной литературы.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. По каким признакам классифицируют грузы?
2. Чем определяется категория дорог?
3. Перечислите виды маршрутов и их характеристики.
4. По каким показателям выбирают транспорт для перевозки грузов?
5. Как классифицируются транспортные агрегаты?
4. От чего зависит производительность транспортных агрегатов?
5. Как влияют основные эксплуатационные показатели транспортных средств на производительность?
6. Какие основные марки топлива применяют в двигателях внутреннего сгорания и чем они характеризуются?
7. Как можно визуально определить состояние двигателя по качеству, количеству масла?
8. Какие марки трансмиссионных масел применяют в тракторах и автомобилях?
9. Перечислите основные смазочные материалы, применяемые в автотракторной технике.
10. Какие факторы влияют на эксплуатационную скорость?
11. Что характеризует коэффициент технической готовности транспортных средств?
12. Какие линии на графике характеризуют эксплуатационную скорость?
13. Какие неисправности двигателя характеризует угар масла?
14. По каким показателям классифицируются дороги?
15. Как классифицируются моторные масла и их показатели?

## **Глава 3.**

# **ТЕХНОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА**

### **3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Условия эксплуатации МТА со временем оказывают влияние на техническое состояние машин. Происходит механическое изнашивание трущихся деталей:

- абразивное,
- изнашивание при хрупком поверхностном разрушении,
- адгезионное в результате молекулярного сцепления материалов трущихся деталей,
- коррозионно-механическое.

В результате механического изнашивания постепенно изменяются размеры трущихся деталей, увеличиваются зазоры в соединениях “цилиндр – поршень”, радиальный зазор в подшипниках скольжения и качения, наблюдаются пластические деформации и разрушения деталей, что связано с превышением предела текучести или прочности материалов, или усталостные разрушения от циклического возникновения нагрузок, превышающих предел выносливости. Вследствие агрессивного воздействия среды происходит коррозионное изнашивание деталей кабины, рамы, деталей крепления и т. п. Кроме того, проявляются физико-химические и температурные изменения материалов и деталей, т. е. их старение.

### **3.2. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

Характеристики состояния и составляемые на их основе параметры, характеризующие техническое состояние машин, закладываются при проектировании и производстве. Следовательно, большинство из них в период после изготовления машин, т. е. продажи и эксплуатации, значительно изменяются. Например, во время обкатки, ремонта и восстановления деталей параметры состояния обычно улучшаются, а в период эксплуатации и хранения ухудшаются. Следующая их особенность та, что с помощью диагностики можно установить такую граничную величину характеристики, после достижения которой деталь или машина считаются



неисправной. Так, неисправности кулачка распределительного вала дизельного двигателя, отбойного битера молотильного аппарата определяется величиной высоты кулачка или ребра.

Улучшение параметров состояния при ремонте машин и восстановлении деталей происходит в результате применения технологии восстановления, обеспечивающей такое же состояние машин, как и после изготовления или близкое к нему. Таким же образом оценивается и обкатка. Она понимается как доработка новой машины.

Ухудшение технического состояния сельскохозяйственных машин вызывается воздействием физико-химических и биологических процессов и деятельностью человека.

В схеме 3.1 даны характеристики вредных процессов, вызывающих ухудшение параметров технического состояния сельскохозяйственных машин.

**Схема 3.1.** Вредные процессы, вызывающие ухудшение параметров технического состояния сельскохозяйственных машин



Изображенные в схеме 3.1 процессы, вызывающие различные повреждения деталей машин, могут быть разнообразными. К основным причинам ухудшения работоспособности машин относятся следующие:

- деформации, трещины, поломки деталей;

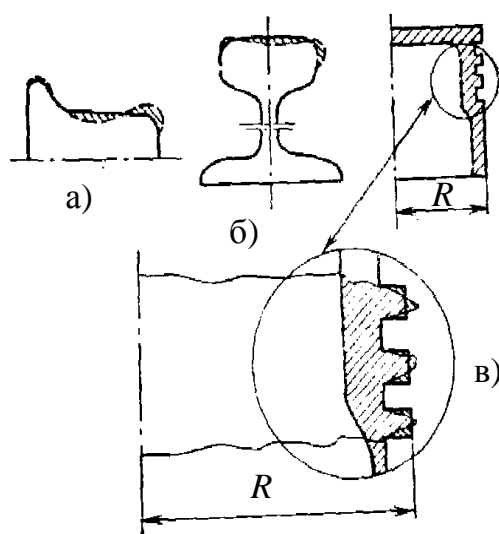
- износ (подразумевается собственно изнашивание – процесс (*износ* – количественная мера изнашивания));
- кавитация;
- коррозия;
- перегрев.

Эти виды повреждений обычно появляются на деталях машин совместно, а тем самым усложняется точное выявление причин их возникновения, а также принятие мер для исключения возникновения отказа и связанные с этим планирование и управление эксплуатацией.

### 3.2.1. Деформации, трещины, поломки деталей

Под действием механических нагрузок (например, растяжения, изгиба, кручения, а также внутренних напряжений, появляющихся отдельно или в сложном взаимодействии друг с другом) возникают деформации, трещины и поломки деталей машин. Деформация может быть упругой и пластической.

*Упругая деформация* характеризуется тем, что она происходит лишь во время приложения нагрузки. Напротив, *пластическая деформация* после прекращения действия нагрузки сопровождается остаточной деформацией (формы, а также размеров). На рис. 3.1 изображены детали, имеющие остаточные деформации. Эти деформации обычно обнаруживаются замером длины и формы и в большинстве случаев детали могут быть восстановлены.



**Рис. 3.1.** Детали, подверженные пластическим деформациям:  
 а) стальной обод колеса; б) стальной рельс; в) канавка поршня двигателя

Трещины и разрушения, возникающие в результате развития трещин, могут быть хрупкими, пластичными, а также усталостными.

*Хрупкие разрушения* происходят за короткий отрезок времени. Вокруг них отсутствуют следы остаточной деформации. Поверхность излома шероховатая.

*Пластичные разрушения* также происходят за короткий отрезок времени, но по сравнению с хрупкими изломами сопровождаются пластической деформацией. Это значит, что повреждение характеризуется некоторой остаточной деформацией. После определенного воздействия нагрузки в материале детали возникают напряжения, превышающие его прочность, а затем трещины и разрушения.

На деталях сельскохозяйственных машин часто встречаются хрупкие и пластичные трещины и изломы. Их выявление и восстановление не вызывают особых забот. Намного более сложными являются анализ и ремонт усталостных трещин и изломов.

*Усталостные трещины и разрушения* вызываются повторными или переменными нагрузками. Вследствие появления напряжений в некоторых кристаллах материала образуется остаточная деформация. Каждый цикл деформации сопровождается некоторой работой пластической деформации, а в каждом цикле происходит некоторое упрочнение и разрушение материала.

В зависимости от расположения плоскостей скольжения относительно нагрузки под действием повторяющейся нагрузки в кристаллах материала детали происходят разные явления. По мере достаточно длительного действия нагрузки в кристаллах, расположенных благоприятно с точки зрения скольжения, под влиянием силы растяжения и силы сжатия образуются линии сдвига микронных размеров, которые затем группируются в пучок сдвига. После утраты кристаллами способности изменять свою форму в них появляются трещины. В других же кристаллах происходит лишь упругая деформация или процесс упрочнения.

Усталость в первую очередь имеет местный характер, и усталостная трещина всегда возникает в самых слабых местах детали, а в зависимости от характера нагрузок и свойств материала трещина распространяется или прекращается.

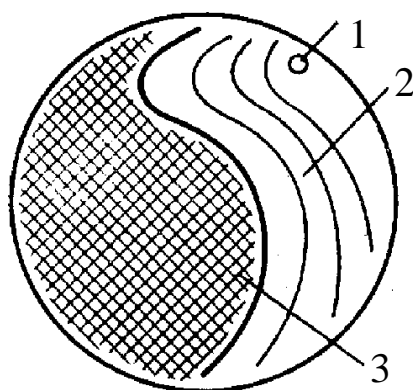
Усталостная прочность детали зависит от многих факторов. Основными из них являются следующие:

- характер напряженного состояния;
- время воздействия напряжений;
- частота нагрузки;

- среда, в которой работает деталь;
- материал детали, ее микро- и макрогеометрия.

Под общим влиянием названных факторов развитие усталостных трещин может иметь различный характер. Для появления первых трещин в деталях важными являются такие факторы, как наличие очагов напряжений, дислокации материала (местные дефекты), переходы в разных сечениях, шероховатость поверхности, геометрия (резьба, шпонка, галтель).

Поверхность усталостного излома характеризуется тем, что она содержит гладкую часть, образованную под действием усталостного процесса, и шероховатую часть, вызванную мгновенным разрушением (рис. 3.2).



**Рис. 3.2.** Характерная картина усталостного излома:

- 1) очаг появления трещины;
- 2) гладкая поверхность, образованная усталостным процессом;
- 3) шероховатая поверхность (мгновенное разрушение)

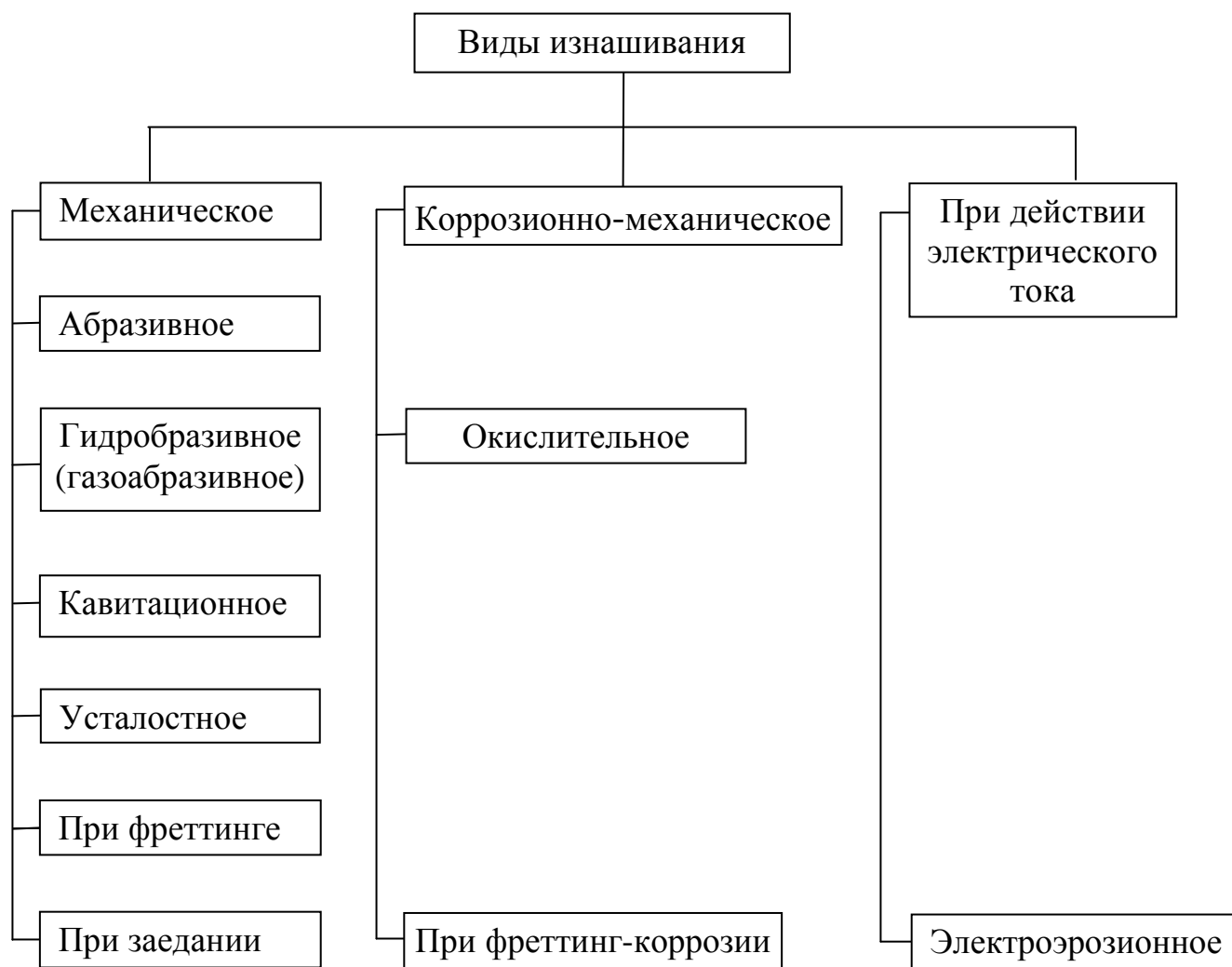
Поверхность, образованная мгновенным разрушением, шероховата, т. к. трещина в конце разрушения проходит по границам кристаллов. Из анализа этого разрушения следует, что усталость, начиная от появления пластической деформации в самых слабых местах и кончая разрушением, является случайным процессом.

Усталостные трещины повреждения деталей обычно выявляются разными способами (известковой жидкостью, флуоресцентной контрольной жидкостью, гидроопрессовкой, рентгеновскими лучами, ультразвуком и т. д.). Для восстановления деталей с такими дефектами применяют различные технологические процессы (например, механические соединения (заклепки, болты, шпонки, хомуты), пайку, сварку, склеивание, заделку пластмассами и т. д.).

### 3.2.2. Изнашивание

Изнашивание происходит на поверхностях, перемещающихся относительно друг друга (например, скользящих и катящихся тел под действием внешних нагрузок). С поверхности деталей отделяются частицы материала и из-за этого изменяются геометрические размеры, появляются задиры, царапины, питтинг, деталь шлифуется. В схеме 3.2 показаны основные виды классификации изнашивания.

Схема 3. 2. Классификация видов изнашивания



Процесс изнашивания может иметь разный характер в зависимости от физико-химических свойств (твердости, размеров, шероховатости) перемещающихся относительно друг друга тел, окружающей их среды (воды, масла, минеральных частиц и т. д.), характера нагрузки (скорости относительного перемещения, температуры, удельной нагрузки и т. д.). Поэтому

разные формы износа целесообразно группировать по следующим признакам:

- износ, появляющийся на деталях машин, перемещающихся относительно друг друга;
- абразивный износ;
- износ, вызванный жидкой и газовой средой или паром.

Величина износа может быть установлена разными методами (определением размеров формы, массы, взятием масляных проб, изотопным методом) с достаточной степенью точности. Изношенные детали обычно восстанавливаются обработкой до определенного ремонтного размера, наплавкой металла или композиционными пластмассами и т. д.

### *Изнашивание деталей машин при их относительном перемещении*

Характер этого процесса разрушения определяется физико-химическими свойствами материала, особенностями конструкции и технологии изготовления деталей (например, формой сопрягаемых поверхностей, их шероховатостью, удельной поверхностной нагрузкой, скоростью относительного перемещения, условиями смазки и охлаждения, а также условиями эксплуатации, например температурой, коррозией). По наличию смазки различают трение:

- жидкостное;
- сухое.

*Жидкостное трение* характеризуется тем, что под влиянием тел, перемещающихся относительно друг друга, образуются гидродинамические клинья (например: вкладыш подшипника скольжения и шейка вала, а также находящейся между ними жидкости (солидола, масла)). Если они превышают неровности поверхности деталей, то тела не соприкасаются друг с другом и их изнашивание происходит вследствие химического действия жидкости и ее трения о детали, ее пульсирующего и кавитационного воздействия. При этом на поверхности трения при участии кислорода и углерода, находящихся в смазочном материале, происходят адсорбционно-диффузионные процессы. Содержание кислорода в поверхностном слое металла толщиной 0,01–0,1 мкм увеличивается в 100–200 раз. Образующиеся оксиды под воздействием поверхностных нагрузок постепенно отделяются. Изношенные поверхности имеют тонкие царапины и риски.

Химическое изнашивание поверхностного слоя металла деталей ускоряется разными процессами коррозии. Активные химические соединения, соприкасающиеся с поверхностью, кислород воздуха и продукты распада смазочного материала образуют пленки коррозии, которые под действием сил трения, действующих между сопрягаемыми деталями, а также клиньев, образуемых смазочным материалом, постепенно отделяются.

Гидродинамические клинья, помимо создания благоприятного жидкостного трения, могут оказать и отрицательное воздействие на трущиеся поверхности. Так, под действием механической нагрузки гидродинамические клинья ускоряют процесс появления усталостных трещин на деталях. Доля гидродинамического изнашивания в общем изнашивании деталей в большинстве случаев незначительна. Это подтверждается и многочисленными экспериментами.

В случае жидкостного трения, кроме названных неблагоприятных факторов, проявляются и такие, как коррозия, действие гидродинамического клина на усталость. Износ при этом протекает плавно в зависимости от наработки.

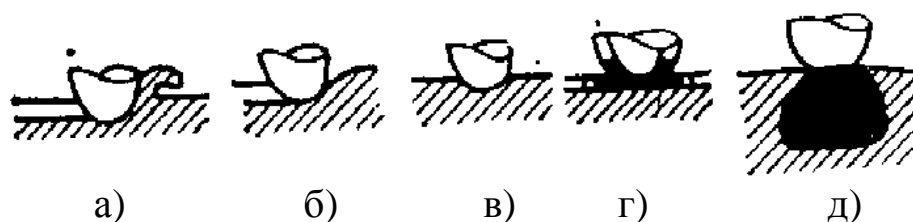
Для обеспечения осуществления трения скольжения деталь необходимо сопрягать с зазором, но при этом в процессе эксплуатации зазор увеличивается не одинаково в зависимости от различных факторов и имеет три характерных этапа. На первом этапе износ увеличивается интенсивно. Это соответствует приработке (обкатке) сопрягаемых деталей. Скорость износа определяется отношением величины зазора ко времени, необходимому для достижения этого зазора. На втором этапе (эксплуатационном) износ растет довольно медленно. Величина износа в значительной степени зависит от условий эксплуатации, от точности сопряжения, от качества обработки поверхности, а также от материала подшипника и качества смазки. Если эти условия не соблюдаются, возникает третий этап, характеризующийся нарушением условий эксплуатации, а именно: вступают различные виды жидкостного трения.

Часто из-за неправильного выбора скорости скольжения, шероховатости поверхности, недостаточной смазки при пуске и остановке машин гидродинамические клинья образуются лишь ограниченно или вообще не образуются. В этом случае изнашивание происходит *частичным жидкостным трением*, т. е. поверхности трения частично или в большей своей части (полужидкостное, полусухое трение) непосредственно соприкасаются друг с другом.

Особым видом жидкостного трения является *граничное трение*, при этом поверхности трения настолько гладкие, что возникновение клина невозможно, но молекулярная смазочная пленка может образовываться.

При полном отсутствии смазочного материала между поверхностями, перемещающимися относительно друг друга, появляется *сухое трение*. В зависимости от взаимодействия поверхностей трения при таком виде изнашивания отмечаются следующие повреждения:

- микросрез, заедание, заклинивание поверхностей трения (рис. 3.3а);
- пластическая деформация в точках контакта поверхностей трения (рис. 3.3б);
- упругая деформация в точках контакта поверхностей трения (рис. 3.3в);
- адгезионное, диффузионное соединение в точках контакта поверхностей трения (рис. 3.3г);
- когезионное соединение в точках контакта поверхностей трения (рис. 3.3д).



**Рис. 3.3.** Механизм трения без смазки:

- а) микросрез; б) пластическая деформация; в) упругая деформация;
- г) адгезионное и диффузионное соединения;
- д) когезионное соединение

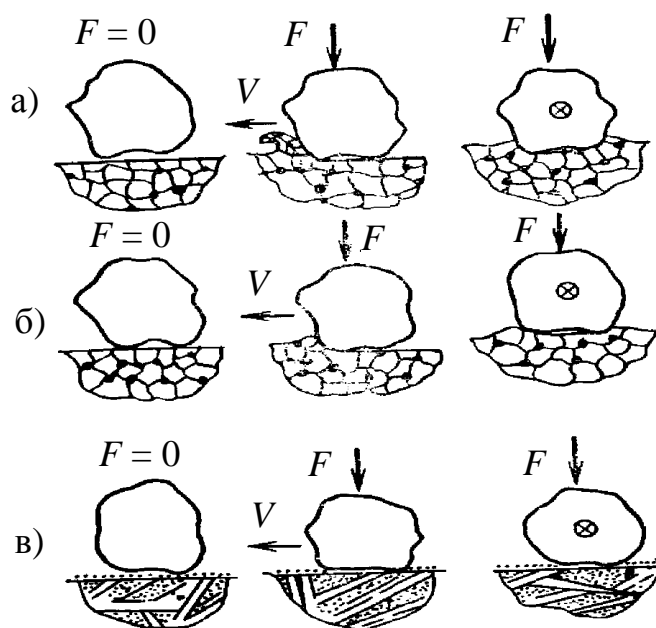
По сравнению с жидкостным износ при сухом трении обычно характеризуется большей интенсивностью. В точках контакта деталей, перемещающихся относительно друг друга, обычно возникают большое удельное давление и температура, в результате чего поверхности трения в микроместах свариваются, затем частицы материала с меньшей прочностью разрушаются. Следы изнашивания и задира появляются по направлению движения на значительной части поверхности с переменной и прерывистой глубиной.



## Абразивное изнашивание

Этот вид изнашивания обычно происходит в результате воздействия мелких частиц минерального происхождения на поверхность детали. Такому виду изнашивания подвергаются главным образом рабочие органы различных почвообрабатывающих и мелиоративных орудий, а также движители тракторов и автомобилей. В результате взаимодействия поверхностей трения с абразивными частицами возникают микрорадиры, пластическая деформация, чему также сопутствуют механические (полирование) и коррозионные повреждения.

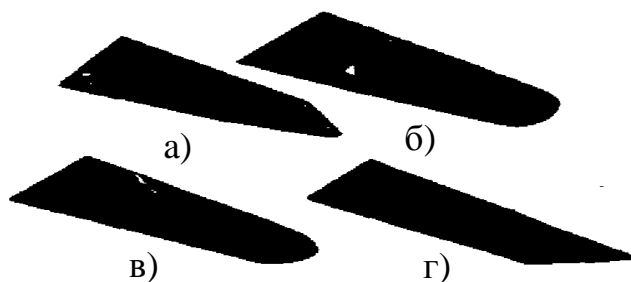
По результатам исследований механизм абразивного изнашивания характеризуется в первую очередь пропорциональной зависимостью между величиной износа ( $H_m$ ) и твердостью изнашивающих частиц ( $H_a$ ). При  $H_m < H_a$  повреждение проявляется в основном в микрорадирах (рис. 3.4а). Если же  $0,6H_a < H_m < 0,8H_a$ , абразивное изнашивание характеризуется пластической деформацией (рис. 3.4б). При  $H_m > 0,8H_a$  появляются механические и коррозионные повреждения (рис. 3.4в) [25].



**Рис. 3.4.** Влияние твердости абразивных частиц ( $H_a$ ) и твердости изнашиваемой поверхности ( $H_m$ ) на механизм абразивного изнашивания:  
а) микрорапины; б) пластическая деформация;  
в) механическое и коррозионное повреждения

Абразивное изнашивание обычно протекает интенсивно. На некоторых деталях машин скорость изнашивания достигает 1 мм/ч и больше.

Интенсивность изнашивания в первую очередь зависит от материала деталей, состава абразивной среды, характера и величины нагрузки. На рис. 3.5 изображены характерные износы лемехов плуга, работающих в разных абразивных средах.



**Рис. 3.5.** Абразивное изнашивание лемеха плуга: а) новый лемех; б) лемех, работающий на тяжелой глинистой почве; в) лемех, работающий на суглинистой почве; г) лемех, работающий на песчаной почве

### *Изнашивание под воздействием жидкостей, паров и газов*

Поток жидкостей, паров, газов может вызвать значительный износ. Особенно интенсивно протекает процесс изнашивания в том случае, когда он сопровождается кавитацией и эрозией. Находящиеся в жидкостях, парах, газах твердые частицы вызывают эрозионное изнашивание. На поверхностях деталей, поврежденных таким образом, появляются царапины, параллельные потоку жидкости.

### **3.2.3. Кавитация**<sup>\*</sup>

Допускаемая величина кавитации до сих пор не установлена. По опытным данным, обычно у насосов допускается 3 % снижение КПД и уменьшение напора 2–3 %. Кавитационное разрушение наступает в том случае, если в потоке жидкости вследствие понижения давления начинается образование пузырей. Внутри жидкости образуются пустоты, пары и газонаполненные пузыри, когда давление жидкости без одновременного изменения температуры понижается ниже определенного критического

---

<sup>\*</sup> Кавитационные пузыри, или полости, образуются чаще на разделе сред “твердое тело – жидкость”, т. к. на их образование в этом случае требуется меньше энергетических затрат, чем в одной из сред. Наличие в жидкости различных включений также способствует развитию кавитации.

значения или наоборот: при постоянном давлении температура повышается выше критического. С физической точки зрения нет большой разницы между кавитацией, наступающей при кипении жидкости или же понижении давления. Образующиеся пузыри в некоторых условиях, становясь неустойчивыми, начинают расти, а затем, попадая в места с большим давлением, захлопываются. Пузыри, захлопывающиеся на стенках деталей или в близости от них, вызывают разрушения. Вредное действие кавитации впервые было замечено на гребных винтах.

Раньше считалось, что кавитация наступает в том случае, если местное давление понижается настолько, что его значение будет соответствовать давлению насыщенного пара жидкости при данном значении температуры. Согласно результатам более поздних исследований, образование пузырей не всегда наступает при давлении насыщенного пара. Оно зависит от турбулентности и свойств жидкости.

Кавитация отрицательно влияет на работу машин и их техническое состояние. Основные вредные воздействия кавитации следующие:

а) изменение агрегатного состояния среды вследствие кавитации вызывает нарушение сплошности потока, которое ведет к изменениям характеристик работы машин (например, при определенной скорости потока центробежного насоса интенсивно уменьшаются КПД насоса и напор);

б) захлопывающиеся на стенках детали пузыри пара ударяются в тело с переменной частотой под давлением, достигающим нескольких десятков миллионов паскалей, в результате чего от тела вначале отделяются мельчайшие частицы, потом более крупные. Образуются так называемые кавитационные задиры. Поверхность стенки становится пористой, из нее могут выпадать и сравнительно крупные частицы. Кавитация является следствием не только механических сил, но и электрохимических и тепловых влияний;

в) кавитация сопровождается kloкочущим звуком и вибрацией деталей машины, интенсивность которой зависит от энергии захлопывающихся пузырей.

Отдельные материалы по-разному переносят кавитацию. Обычно сопротивление более твердых и прочных выше, но отдельно ни твердость, ни прочность не характеризуют сопротивляемость материала кавитационному разрушению. Она зависит от многих факторов, например от температуры и структуры материала. Предлагаемые материалы для применения в местах кавитации в порядке уменьшения сопротивляемости следующие: бронза, нержавеющая прокатная сталь, марганцовистая бронза, малоуглеродистая сталь, алюминий, латунь, чугун.

Кавитационные повреждения деталей обычно легко определяются путем замера размеров, формы и массы и при осмотре легко выявляются. Восстановление их из-за значительного разрушения и большой потребности в материалах становится затруднительным.

### 3.2.4. Коррозия

*Коррозия* – изменение, начинающееся с поверхности материала под воздействием окружающей среды, т. е. гетерогенная реакция, происходящая на границах разных фазовых сред. В природе она является произвольным процессом с выделением энергии, поэтому прекращение его невозможно, возможно только уменьшение скорости его протекания. Металлы, подвергающиеся коррозии под действием окружающей среды (воздуха, жидкости, паров, газов, температуры и т. д.), теряют свойства металлов. Подвергающаяся коррозии поверхность входит в реакцию с ионами и молекулами другого материала, окружающего металл, в том случае, если освобождающаяся при реакции энергия достаточна для того, чтобы ион металла или эквивалентное ему количество электронов вырвались из кристаллической решетки. Ион металла и эквивалентный электрон, высвобождаясь, могут участвовать в том же процессе.

Основные процессы коррозии классифицируются по относительному освобождению ионов металла и валентного электрона.

*Химическая коррозия* характеризуется тем, что ион металла, а также валентный электрон освобождаются на том же самом участке поверхности, подвергающейся коррозии, т. е. на расстоянии менее 0,004 мкм друг от друга. При этом в результате химической коррозии обычно образуется вещество без участия электролитов. Например, на деталях сельскохозяйственных машин, соприкасающихся с окружающей средой, жидкостями, газами, почвой и т. д., заметны в той или иной мере следы химической коррозии.

*Электрохимическая коррозия* характеризуется тем, что ион металла и валентный электрон освобождаются не на одном и том же месте, т. е. на расстоянии более 0,004 мкм. В процессе образуются разные продукты. Например, электрохимическая коррозия может возникнуть на сваренных деталях вследствие разницы потенциала основного материала и электрода. Влага, попадающая из окружающей среды в трещины, в поры, образует электролит, и вследствие этого появляются микробатареи. Протекаю-

щая на поверхности жидкость и разные материальные частицы (черные и цветные металлы) образуют макробатареи (см. рис. 3.6).

При взаимодействии макробатареи из металла, имеющего меньший нормальный потенциал, в электролит высвобождаются ионы, а электроны направляются к металлу с большим потенциалом. При переходном процессе (растворении) коррозии в отдельных частичных процессах ион металла и валентный электрон высвобождаются на одном и том же месте. В результате образуются различные виды коррозии.

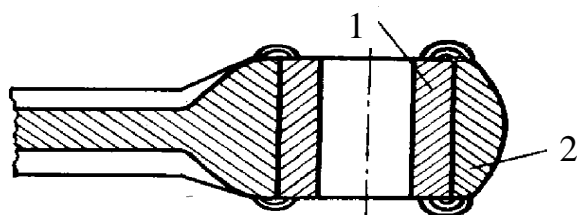


Рис. 3.6. Образование макробатареи: 1) бронза; 2) сталь

Основные виды коррозии: сплошная, дырчатая, междукристаллическая и селективная (см. рис. 3.7).

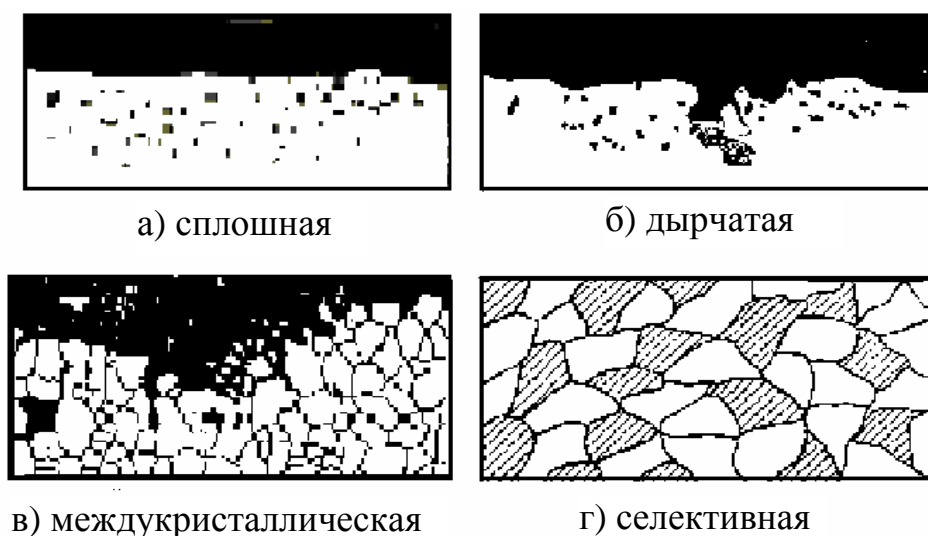


Рис. 3.7. Основные виды коррозии

Степень коррозионных повреждений при сплошной коррозии определить относительно легко, а при других видах коррозии это задача переменной сложности. Повреждения в большей части случаев восстановимы.

### 3.2.5. Перегрев и прогорание

Тепловая нагрузка при температуре выше критической, определяемой качеством материала деталей машин, вызывает местное или общее изменение в структуре материала, расплавление, деформацию, а частично и прогорание. Например, некачественное охлаждение дизельных двигателей и применение несоответствующего топлива, а также ненормальная подача его в цилиндры двигателя могут вызвать на внутренних краях и в середине поршней расплавление и прогорание. После этого обычно заклиниваются поршневые кольца и задираются гильзы.

Повреждения, вызванные перегревом или прогоранием, могут быть определены осмотром и разными методами испытаний материалов. Восстановление этих повреждений редко является возможным.

### 3.2.6. Биологические повреждения

Разные физиологические воздействия могут значительно влиять на состояние машин. В сельском хозяйстве воздействия органических кислот, деятельность микроорганизмов, насекомых, грызунов и т. д. приносят большой ущерб. Первое место среди повреждений биологического характера занимает ущерб от плесени. Эти повреждения могут быть охарактеризованы следующим:

- а) в плесневом слое образуются ферменты разного рода, которые уничтожают материал;
- б) побочные продукты (лимонная и щавелевая кислоты, углекислота) вызывают коррозию металлов;
- в) под влиянием плесени прозрачные материалы (например, стекла приборов) становятся матовыми.

Плесенеобразование является очень сложным процессом. Оно зависит от температуры и влажности, а также от солнечной радиации, условий климата и т. д. Плесень разъедает не только ткани (в частности, изготовленные из них изоляционные материалы), но и, в зависимости от вида, ряд пластмасс. Даже часть известных и применяемых синтетических материалов (например, фенольная смола, нитроцеллюлоза, поливинилацетат) не особенно могут противостоять воздействию плесени. Некоторые виды грибов могут разъедать такие по виду совершенно стабильные материалы, как стекло.

Кроме плесени, вред могут принести и муравьи, которые уничтожают очень разнообразные материалы. Красные муравьи съедают преимущественно материалы со сладким вкусом, поэтому охотно уничтожают некоторые типы пластмассовых труб.

При анализе причин повреждений сельскохозяйственных машин необходимо учитывать вредное действие разнообразных насекомых и грызунов.

### **3.2.7. Отрицательные воздействия человека**

Анализ изменения состояния сложных машин не может ограничиться отношением “машина – предмет труда”. Он должен включать и человека, эксплуатирующего машину, его отношения с машиной. В наши дни правомочно понятие машины как комплексной системы “машина – человек”.

Учет человека как фактора при построении системы требует переоценки понятий, используемых в настоящее время. Изменение технического состояния машин, скомпонованных из многих деталей, обычно характеризуются стохастическими (случайными) взаимосвязями, имеющими много переменных, которые зависят от времени эксплуатации. Поэтому вероятность безотказной работы машин, когда ни один параметр состояния не достигает критического значения (границы неисправности), а также вероятность появления отказа учитываются как переменные, дополняющие друг друга, и изменяются в зависимости от времени эксплуатации.

Планирование системы “человек – машина” требует определенной переоценки понятия изменения технического состояния, в частности технической готовности. Система “человек – машина” может осуществлять некачественные операции (недостаток знаний, халатность, усталость, технико-экономический износ машины и т. д.), но после проведения некачественных операций возможно применение равноценных им, но соответствующих поставленным целям, что исключает вредные следствия предыдущих.

В области машин с чисто технических точек зрения между отказом и некачественной работой имеется однозначная и односторонняя связь. В системе “человек – машина” эта связь значительно сложнее и подчиняется лишь статистическим закономерностям. Основная особенность этой связи состоит в том, что вредные процессы вызываются человеком (из-за недостатка знаний, халатности и т. д.), т. е. они проявляются частично в

ускоренном ухудшении состояния машин вследствие отрицательных физико-химических воздействий (деформаций, трещин, поломок, износа, коррозии и т. д.), а частично в моральном износе машин. Конечно, моральный износ машин является “вредным” только для самих машин, для общества он полезен и желателен, т. к. вред, причиняемый моральным износом, часто побуждает к усовершенствованию отдельных узлов машин.

### **3.3. ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

Рассматриваемые выше отрицательные физико-химические, биологические и вызываемые человеком процессы характеризуются единством определенности и случайности. Их описание в зависимости от того, какая их сторона (определенность или случайность) вступает в силу (например, при проектировании поддержания технической готовности машин), может быть проведено с помощью моделей определенности и вероятности.

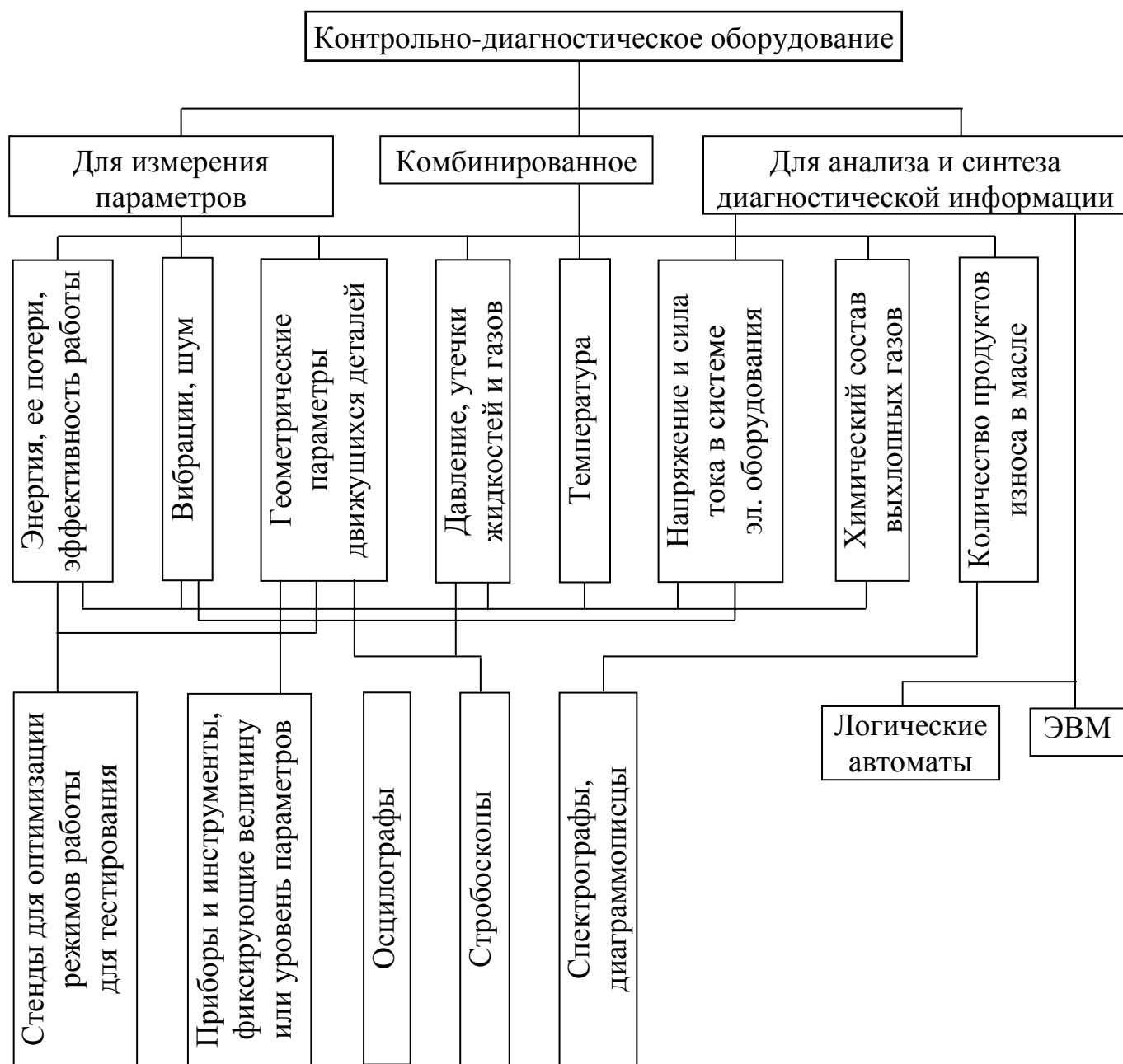
В технической практике часто встречаются такие случаи, когда места появления отказа, рабочие процессы деталей машин, собственно машины, системы машин, а также изменения технического состояния считаются как случайные процессы. При этом работоспособность машин, а также реальные количественные меры (показатели надежности) являются случайными, зависящими от времени. Эти показатели надежности могут быть случайной величиной по ряду причин. Все это проявляется через параметры технического состояния машин.

Для своевременного выявления и устранения неисправностей служит плано-предупредительная система диагностирования, технического обслуживания и ремонта машин. Контрольно-диагностическое оборудование, применяемое при диагностировании, указано в схеме 3.3.

Общим назначением контрольно-диагностический операций является получение информации о техническом состоянии машин, его отдельных агрегатов, узлов и деталей для принятия решений по техническому обслуживанию и дальнейшей эксплуатации машин. Достоверная информация позволяет принимать оптимальные решения о технических воздействиях на конкретный узел и агрегат машинно-тракторного парка и этим обеспечивает эффективность работы каждой единицы подвижного состава.



Схема 3.3. Классификация контрольно-диагностического оборудования автомобиля



Контрольно-диагностические работы составляют примерно 30 % трудоемкости ТО, поэтому развитие всей системы ТО и ремонта машин направлено в настоящее время на применение высоких технологий совершенствования методов и технических средств контрольно-диагностических операций. Кроме того, каждая разборка системы или сложного агрегата вызывает не только дополнительные трудовые затраты, но и приводит к снижению ресурсов. Например, разборка двигателя даже без замены деталей может снижать его ресурс до 20 % вследствие нарушения сопряжения и повторной приработки деталей. Поэтому диагностирование осу-

ществляют по внешним признакам технического состояния, которые количественно и качественно оценивают диагностические параметры.

В зависимости от физической, химической природы диагностического параметра его величину снимают с помощью различных датчиков. При измерении, например, вибрации применяют вибродатчики, при измерении температуры – термисторы, при измерении электрических параметров – индукционные токосъемные устройства и т. д. Перед направлением к измеряемому прибору или устройству сигналы от датчиков часто усиливают и фильтруют, снимают помехи.

Технический процесс диагностирования включает получение и обработку информации о техническом состоянии узла, агрегата, в целом машины, и поэтому все диагностические показатели подразделяют по назначению на три функциональные группы: для измерения параметров, для постановки диагноза и комбинированные (см. схему 3.3).

Техническое состояние сложных агрегатов (двигатель, коробка переменных передач, раздаточная коробка и т. д.) и систем не всегда можно оценить величинами параметров. Необходимо знать и измерять динамику изменения параметров на различных режимах работы.

Многие процессы, протекающие в агрегатах и системах, многократно повторяются с определенной частотой, поэтому измеряют динамику изменения параметров в течение одного цикла и сравнивают диаграммы. Основная сложность измерений – малое время (0,005–1 с), в течение которых происходят процессы (например, топливной аппаратуры, рабочие циклы двигателя внутреннего сгорания (ДВС), тепловые зазоры в клапанном механизме и т. д.).

Технологические процессы диагностирования систем и агрегатов машин имеют различные номенклатурные работы, и, следовательно, применение оборудования.

Рассмотрим технологический процесс диагностирования ДВС по основным показателям состояния систем и механизмов, влияющих на его работоспособность (схема 3.4):

- 1) показатели назначения (мощность, расход топлива);
- 2) системы и механизмы, влияющие на показатели назначения;
- 3) параметры (признаки) технического состояния;
- 4) диагностические параметры (признаки).

*Работоспособность двигателя* определяется основными показателями назначения – это мощность и расход топлива. Если эти показатели выходят за пределы работоспособности, характеризующиеся диагностическими параметрами, то ДВС считается в неработоспособном состоянии.

### Схема 3.4. Параметры состояния систем и механизмов двигателя, влияющие на его работоспособность



При эксплуатации допускается снижение эффективной мощности не более чем на 5 % и повышение часового расхода топлива не более на 7 % по сравнению с номинальными значениями. Несоблюдение этих требований приводит к занижению производительности машин, а значит, и экономичности эксплуатации. Если один из диагностических параметров не соответствует техническим требованиям эксплуатации, проводят более углубленную диагностику систем и механизмов, влияющих на показатели по назначению двигателя. Например, одним из углубленных диагностических параметров работоспособности двигателя является угар масла в картере. Рассмотрим схему параметров состояния ДВС на выявление этой причины (см. схему 3.5).

**Схема 3.5.** Схема выявления причин угара масла в двигателе ЗИЛ-130



**Вывод:** при планово-предупредительной системе диагностирования, ТО и ремонте машин по данной структурной схеме возможен переход от общих показателей назначения машин к углубленным признакам технического состояния механизмов систем и деталей любого агрегата, что позволяет прогнозировать трудоемкость и потребность деталей для устранения выявленной причины и обеспечить быстрое восстановление работоспособности, экономичности и эксплуатации машин.

Плановость системы ТО и ремонта машин обуславливается тем, что машину, как правило, ставят на ТО и ремонт в плановом регламентном порядке. Предупредительность же заключается в том, что основное количество операций при плановой постановке машины на ТО и ремонт выполняют предупредительно до появления отказа.

Элементами системы технической эксплуатации являются эксплуатационная обкатка, техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонты машин, а элементами подсистемы технического обслуживания – периодического ТО (ЕТО, ТО-1, ТО-2, ТО-3), ТО при обкатке, сезонное ТО, ТО в особых условиях эксплуатации и ТО при хранении.

Отклонение фактической периодичности (опережение или запаздывание) выполнения ТО-1, ТО-2, ТО-3 от установленной допускается до 10 % для тракторов и до 20 % для других сельскохозяйственных машин.

По согласованию с заказчиком и основным потребителем допускается увеличение периодичности ТО-1, ТО-2 и ТО-3 для тракторов, находящихся в производстве, но после повышения их надежности, до периодичности, установленной для машин, ставящихся на производство.

### **3.4. ПРИЕМКА МАШИН**

Принимаемые сельскохозяйственным предприятием новые или отремонтированные машины нужно тщательно осмотреть. При осмотре проверяют наличие пломб, инструмента и запасных частей, комплектность машины, а также ее состояние. При определении недостачи 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.

### **3.5. ОБКАТКА МАШИН**

При эксплуатационной обкатке тракторов и машин техническое обслуживание проводят поэтапно:

- при подготовке к обкатке;
- в процессе обкатки;
- по окончании обкатки.

После проведения технического осмотра, необходимой подтяжки болтовых соединений и устранения выявленных подтеканий или других неисправностей машину нужно подвергнуть эксплуатационной обкатке. В процессе обкатки происходит приработка сопряжения машины, что обеспечивает ее нормальную последующую эксплуатацию.

Обкатку начинают с холостых режимов работы двигателя и машины, а затем нагрузочный режим постепенно увеличивают и доводят до установленного предела. Весьма важно правильно установить первоначальный режим обкатки, т. к. 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 или самоходной машины в эксплуатацию, в котором отмечают продолжительность и режимы обкатки, расход топлива за этот период и выполненную работу.

При эксплуатационной обкатке машины в основном 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.

Все операции технического обслуживания 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, а остальные – в обязательном порядке.

### **3.6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТРАКТОРОВ**

Техническое обслуживание тракторов (ГОСТ 20793-81) и самоходных шасси состоит в следующем.

*Ежесменное техническое обслуживание (ЕТО)* заключается:

- в наружной очистке и проверке наружных креплений;
- устранении подтеканий топлива, воды и электролита;
- проверке уровня (и дозаправке) масла, топлива и воды в картерах и баках (электролита в аккумуляторах);
- проверке работы контрольных приборов и механизмов.

Это обслуживание выполняют в начале или в конце смены.

*Первое техническое обслуживание* включает в себя операции ЕТО, а также дополнительные по проверке и подтяжке наружных креплений, смазыванию сборочных единиц, очистке фильтров, проверке и регулировке механизмов.

*Второе техническое обслуживание* 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* включает в себя операции ТО-2 и дополнительные по регулировке сборочных единиц и механизмов трактора с их очисткой, промывкой и смазыванием. При этом техническом об-

служивании проводят общую (комплексную) безразборную проверку (диагностику) 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.

*Сезонное техническое обслуживание (СТО)* выполняют при переходе к осенне-зимнему или весенне-летнему периодам эксплуатации. Оно предусматривает замену летних сортов топлива и масел зимними или наоборот, очистку радиаторов от накипи и ряд мероприятий по нормализации теплового режима при пуске, работе, на кратковременных остановках, а также технический осмотр.

Техническое обслуживание в особых условиях эксплуатации (песчаные, каменистые и болотистые почвы, пустыни, низкие температуры и высокогорье) предусматривает контроль условий работы отдельных механизмов и проведение соответствующих очистных, контрольно-регулирующих и других операций. Кроме того, установлены специальные виды технического обслуживания: при транспортировке (проводят в соответствии с указаниями предприятия-изготовителя) и при хранении (перед постановкой на хранение, в процессе хранения и при снятии с хранения). Технологическим составным элементом технического обслуживания машин является диагностирование.

Уровни обслуживания различают по месту проведения ТО:

первый – по месту работы машины, включая полевые условия;

второй – в подразделениях сельскохозяйственных предприятий (бригада, отделение, механизированный отряд);

третий – в центральных усадьбах хозяйств и спецотделениях межхозяйственных предприятий;

четвертый – в ремонтно-обслуживающих комплексах районных отделений, межхозяйственных объединениях и на станциях технического обслуживания тракторов.

Первый и второй уровни обслуживания применяют при обкатке, ЕТО и в особых условиях эксплуатации; второй и третий – при ТО-1 и ТО-2; третий и четвертый – при ТО-3, техосмотре и СТО.

В целях сокращения затрат труда и времени, а также повышения качества ТО применяют типовые технологические карты для тракторов всех

марок, включающие рекомендации и инструкции по технологии и организации проведения технического обслуживания МТП и диагностирования, а также другую документацию.

### **3.7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

Основное содержание операций технического обслуживания рассмотрено на примере зерноуборочных комбайнов.

*Ежесменное техническое обслуживание* заключается в наружной очистке и осмотре двигателя, отдельных агрегатов, контрольных приборов, дозаправке топливом, маслом и водой, в устранении обнаруженных при осмотре неисправностей.

*Первое техническое обслуживание* предусматривает выполнение всех операций ЕТО и дополнительно: очистку и промывку фильтров грубой и тонкой очистки масла и масляной центрифуги; слив отстоя из топливных баков; проверку и дозаправку маслом корпусов шкива водяного насоса и бака гидравлической системы; регулировку привода режущего аппарата, цельного шнека, пальчикового механизма и мотовила; натяжение цепных и ременных передач; проверку состояния предохранительных муфт; затяжку подшипников; проверку работы соломотряса, соломо- и половонабивателей верхнего и нижнего решет, вентиляторов механизмов копнителя, шнеков колосового и зернового элеваторов, бункера, выгрузного шнека, рулевого управления, сцепления двигателя и главного тормоза комбайна, давления воздуха в шинах колес.

*Второе техническое обслуживание*, помимо операций ЕТО и ТО-1, включает дополнительные: очистку и промывку воздухоочистителя, фильтра грубой очистки топлива; проверку уровня тормозной жидкости и при необходимости доливку ее в бачок тормозной системы и систему гидропривода включения сцепления; проверку и при необходимости регулировку рабочего хода педалей тормозов и сцепления и др.

*Послесезонное техническое обслуживание* заключается в наружной очистке и безразборной проверке (диагностировании) технического состояния механизмов и сборочных единиц комбайна, с целью установления возможности дальнейшей эксплуатации его без ремонта. Если комбайн не нуждается в ремонте, проводят операции послесезонного технического обслуживания, а затем подготавливают его к длительному хранению.



Ежесменное техническое обслуживание несложных сельскохозяйственных машин проводят, как правило, одновременно с выполнением технического обслуживания тракторов, с которыми они агрегируются.

### **3.8. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ**

Элементы технического обслуживания автомобилей и тракторов аналогичны. Технология (основные операции) заключается в следующем.

*Ежесменное техническое обслуживание* включает в себя:

- а) очистно-мочные работы, заправку, смазывание и контрольный осмотр, выполняемые каждый день по возвращении автомобиля в гараж;
- б) контроль за работой автомобиля в пути и осмотр его на длительных остановках;
- в) проверку автомобиля перед выездом на линию.

*Первое техническое обслуживание* дополнительно к ЕТО предусматривает смену масла в картере двигателя (по графику), проверку сборочных единиц без снятия их с машины, проверку электрооборудования и тормозной системы.

*Второе техническое обслуживание* содержит все операции ТО-1 и, кроме того, проверку части сборочных единиц без снятия и со снятием их с машины (диагностирование).

*Сезонное техническое обслуживание* совмещают с ТО-1 или ТО-2 и дополнительно к предусмотренным операциям промывают системы питания и охлаждения, заменяют смазочные масла во всех сборочных единицах, регулируют электрооборудование на соответствующие наступающему сезону, восстанавливают места, потерявшие окраску.

### **3.9. ПЕРИОДИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

ЕТО автомобиля выполняют один раз в сутки после его работы, периодичность ТО-1 и ТО-2 устанавливают по пробегу в зависимости от условий эксплуатации: для легковых автомобилей периодичность ТО-1 составляет 2,5 тыс. км, ТО-2 – 10,5 тыс. км, для грузовых – соответственно 1,75 и 7 и для специальных – 1,5 и 6 тыс. км. В зависимости от природно-климатических условий нормативы пробегов корректируют. В тех случа-

ях, когда автомобили обслуживают фермы, бригады и выполняют работы по территории, периодичность обслуживания ТО-1 составляет 2 раза в месяц, ТО-2 – один раз в два месяца.

Обслуживание автомобилей, как правило, проводят в специально оборудованных помещениях-гаражах. Типовые проекты предусматривают наличие профилакториев для выполнения операций технического обслуживания, площадок для открытого хранения машин, моечных площадок, мест для теплой стоянки машин, смотровых ям, вспомогательных помещений. Гаражи для автомобилей должны иметь оборудование, обеспечивающее высокую производительность труда при хорошем качестве обслуживания. К такому оборудованию относятся:

- комплект контрольно-измерительных инструментов;
- съемники и другое монтажно-демонтажное оборудование;
- монорельсы, кран-балки с талями;
- гидравлические или механические подъемники;
- домкраты;
- компрессоры;
- оборудование для смазывания – солидолонагнетатели (электрические или пневматические), маслораздаточные колонки;
- моечные машины;
- оборудование для аккумуляторной – нагрузочные вилки, ареометры и т. д.;
- приспособления для проверки установки передних колес, фрикционных муфт и тормозов, замера давления в шинах, проверки и очистки искровых свечей зажигания и др.

Многие сельскохозяйственные предприятия проводят техническое обслуживание автомобилей централизованно на районных станциях технического обслуживания. Опыт показал, что хорошо организованные и оснащенные специальные станции технического обслуживания автомобилей работают эффективно.

*Технический осмотр* – процесс обследования (проверки) машины, преимущественно без разборки, в результате которого дается заключение о соответствии ее фактического состояния требованиям, установленным технической документацией. Технический осмотр машины проводят обычно в установленные сроки с целью контроля за соблюдением правил его эксплуатации, определения остаточного ресурса машин, возможности его дальнейшей эксплуатации и выявления потребности в ремонте. Различают технические осмотры, выполняемые перед началом полевых работ, в ходе работ, по окончании сезона работ, при техническом обслужи-

вании и хранении машин. При технических осмотрах машин все более широкое применение находят методы технической диагностики, позволяющие оценивать техническое состояние и остаточный ресурс машин.

Технический осмотр проводится один раз в год Государственной технической инспекцией надзора, которая дает разрешение для дальнейшей эксплуатации в зависимости от технического состояния транспортных средств.

*Хранение* – этап эксплуатации машины, в течение которого ее временно (в нерабочий период) не используют. Правила хранения машин предусматривают совокупность мероприятий, направленных на предотвращение потери работоспособности и ухудшения свойств и показателей в нерабочий период.

Периодичность технического обслуживания тракторов определяется в моточасах (см. табл. 3.1), по количеству израсходованного топлива или в условных эталонных гектарах ( $У_{Э,га}$ ), комбайнов и сельскохозяйственных машин – в физических гектарах (физ. га), автомобилей – в километрах пробега; коэффициенты перевода моточасов в условные эталонные гектары – литры израсходованного топлива (см. табл. 3.2), коэффициенты перевода моточасов – в физические гектары (см. табл. 3.3).

**Таблица 3.1**

Периодичность технического обслуживания тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин

Наименование машин	Периодичность обслуживания		
	ТО-1	ТО-2	ТО-3
Тракторы и самоходные шасси, мото-ч	125	500	1000
Самоходные комбайны и машины, мото-ч	60	240	–
Несамоходные машины и комбайны, время работы под нагрузкой, ч	60	–	–
Автомобили *, км пробега:			
– легковые	3200	12800	–
– автобусы	2800	11200	–
– грузовые	2500	10000	–

\* Периодичность дана для третьей категории дорожных условий (поправочные коэффициенты к периодичности ТО автомобилей, характеризующие другие дорожные условия, приведены в табл. 3.4).

Таблица 3.2

Коэффициенты перевода моточасов  
(условные эталонные гектары и литры израсходованного топлива)

Марка трактора	Коэффициенты перевода			
	мото-ч в У <sub>Э.га</sub>	У <sub>Э.га</sub> в мото-ч	мото-ч в литры	литры в мото-ч
Т-130М, Т-100М	1,54	0,65	16,7	0,060
К-700А	2,63	0,38	31,7	0,032
К-701	3,23	0,31	45,0	0,022
Т-4А	1,64	0,61	23,3	0,043
ДТ-75М	1,28	0,78	16,7	0,060
Т-150К	2,0	0,50	23,3	0,043
МТЗ-80, МТЗ-82	0,87	1,15	10,0	0,100
Т-40М, Т-40 АМ	0,62	1,61	9,00	0,111
Т-28	0,52	1,91	9,00	0,111
Т-25А, Т-25АТ	0,38	2,63	4,00	0,250
Т-16М	0,27	3,70	3,20	0,316

Таблица 3.3

Коэффициенты перевода моточасов (физические гектары)

Марка специального комбайна	Коэффициенты перевода	
	мото-ч в физ. га	физ. га в мото-ч
СК-5	1,00	1,00
СК-6	1,17	0,86
СКД-5	1,00	1,00
КС-1,8	0,55	1,80
КС-2,6	0,66	1,50
КСК-100	1,33	0,75
ККУ-2-1А	0,17	6,00
Е-281	1,06	0,94
Е-301, КПС-5Г	3,10	0,32

Таблица 3.4

Поправочные коэффициенты к периодичности ТО автомобилей,  
учитывающие категории дорожных условий эксплуатации

Категория дорожных условий эксплуатации	2-я	3-я	4-я	5-я
Поправочные коэффициенты	1,10	1,00	0,88	0,75

Допускается отклонение фактической периодичности (опережение или запаздывание) ТО-1 и ТО – от 2 до 10 %, а ТО-3 – до 5 % установленной нормы.

### **3.10. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ (ТР)**

Обычно текущий ремонт выполняют во время эксплуатации машины для восстановления ее работоспособности. Он заключается в замене или восстановлении отдельных неисправных составных частей. При этом неисправные составные части, могут быть заменены отремонтированными или новыми, если другие основные части сохраняют еще значительный остаточный ресурс. Текущий ремонт тракторов может быть плановым, который проводят через 1700–2100 мото-ч наработки по результатам предварительного ресурсного диагностирования, или внеплановым с целью устранения последствий отказов или предупредительных работ, необходимость в которых устанавливают при использовании трактора.

*Текущий ремонт комбайнов* проводят после окончания сезона уборки по результатам диагностирования. Внеплановый ремонт выполняют для устранения последствий отказов или предупредительных работ.

*Текущий ремонт сельскохозяйственных машин* состоит из планового и внепланового ремонта, который выполняют после сезона полевых работ.

*Текущий ремонт автомобилей* не регламентируется по периодичности и проводят для обеспечения и восстановления работоспособности (по потребности или с профилактической целью).

### **3.11. КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ (КР)**

Капитальный вид ремонта предназначен для восстановления исправности и полного или близкого к полному ресурса машины путем замены или восстановления любых составных частей, в том числе и базовых. Различают капитальный ремонт машины и капитальный ремонт агрегатов, узлов.

Капитальный ремонт включает: очистку, разборку, мойку узлов, агрегатов, дефектацию, комплектацию, замену, ремонт или восстановление деталей, сборку, регулировку, обкатку, окраску и общее испытание машины в работе. Уровень восстановления ресурса должен составлять не менее 80 % от показателей новых машин.

## **Лабораторная работа № 3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА**

**Цель работы** – ознакомиться с условиями технической эксплуатации машинно-тракторного парка агропромышленного комплекса. В результате выполнения лабораторной работы студент должен:

1) знать:

- условия работы двигателя внутреннего сгорания в различных режимах эксплуатации;
- техническую эксплуатацию машинно-тракторного парка;
- виды диагностики, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники;
- причины возникновения и устранения неисправностей при определенной наработке машин;

2) уметь:

- составлять годовой план-график технического обслуживания и ремонта различных видов машин;
- рассчитывать виды технического обслуживания, ремонта и материальной трудоемкости затрат на выполнение различных видов ремонтных операций.

**Оборудование рабочего места** – учебники по технической эксплуатации МТП, сельскохозяйственным машинам [3], [22]; справочная литература [12], [13]; миллиметровка, чертежные принадлежности, ПЭВМ.

### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА И РАСЧЕТЫ**

Ознакомиться с общими сведениями технической эксплуатации машинно-тракторного парка. По согласованию с преподавателем в справочной литературе выбрать данные для индивидуального метода планирования технического обслуживания. Исходными данными для расчета служат:

- число машин по видам и маркам (тракторы, комбайны, автомобили, плуги и т. п.);

- плановая годовая наработка различных машин (эти данные, на усмотрение преподавателя, задаются или берутся самостоятельно);
- коэффициенты охвата, межремонтная наработка [5, табл. 5–7 из приложения];
- нормы трудоемкости для различных видов ремонта, удельные нормы трудоемкости для проведения текущего ремонта и технического обслуживания по моделям и видам машин, поправочные коэффициенты [5, табл. 17–26 из приложения].

На основании данных по расходу топлива или другим показателям (мото-ч, километр пробега, условных эталонных га и др.) начертить план-график ТО и ремонта машин, а также заполнить таблицу (для примера опираться на рис. 3.8 и табл. 3.5).

Рассчитать затраты труда, число работающих, фонд рабочего времени мастеров, трудоемкость устранения неисправностей в процессе эксплуатации машин и трудоемкость ТО и ремонтов сельскохозяйственных машин.

На основании выше перечисленных данных составить пакет прикладных программ и обработать данные на ЭВМ.

Составить отчет о выполненной работе по стандартной форме.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ**

### **Планирование технического обслуживания**

Цель планирования ТО и ремонтов – установить число технических обслуживаний машин, трудозатраты и численность рабочих, а также определить потребность в материальных и денежных средствах.

В зависимости от численности парка тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин назначения плановых показателей, требующей точности расчетов, планирование ТО проводят различными методами. В практике наибольшее распространение получили индивидуальный и усредненный методы планирования ТО.

*Индивидуальный метод* позволяет определить все виды ТО в планируемом периоде каждой отдельной машине с учетом ее прошлой наработки и числа проведенных ТО. Расчеты индивидуальным методом проводят аналитическим и графическим способами. Этот метод применяют

для малочисленных парков машин, т. к. при планировании ТО больших парков расчеты получаются громоздкими и требуют значительных затрат времени. Внедрение ЭВМ в учебный процесс позволяет использовать индивидуальный метод и при расчетах больших парков машин.

*Усредненный метод*, отличающийся простотой расчета, применяют при планировании ТО, а также при оперативном определении ресурсов для ТО крупных парков тракторов.

При этом методе планирования ТО обычно осуществляется с учетом суммарной годовой наработки и нормативов удельных затрат на ТО машин. Недостаток этого метода – обезличивание индивидуальных особенностей конкретных автомобилей, тракторов и машин.

### *Индивидуальный метод планирования ТО*

Рассмотрим порядок расчетов при аналитическом способе планирования ТО.

Исходными данными для планирования являются: число машин каждой марки, планируемая годовая наработка (по расходу топлива, условным эталонным гектарам или мото-ч, км пробега), периодичность ТО в тех же единицах наработки, наработка от начала эксплуатации или от последнего капитального ремонта, последний вид ТО. Число ТО в планируемом периоде определяют по формуле

$$n_i = \frac{Q_r + Q_n}{t_i} \sum n_i + 1 - \sum n \dots n_n,$$

где  $n_i$  – число планируемых ТО  $i$ -го вида;  $Q_r$  – планируемая годовая наработка машины;  $Q_n$  – наработка от начала эксплуатации (или от последнего капитального ремонта) до планируемого периода;  $t_i$  – периодичность  $i$ -го вида ТО;  $\sum n_i + 1$  – число ТО высших номеров по сравнению с  $i$ -м видом в планируемом периоде;  $\sum n \dots n_n$  – число обслуживаний, проведенных в прошлом от начала эксплуатации или предшествующего капитального ремонта.

Если известна наработка машин от последнего вида технического обслуживания и ремонта, то расчет ведут по формулам

$$n_k = \frac{Q_k + Q_r}{t_k}; \quad n_T = \frac{Q_T + Q_r}{t_T} - n_k;$$



$$n_{\text{ТО-3}} = \frac{Q_{\text{ТО-3}} + Q_r}{t_{\text{ТО-3}}} - n_{\text{к}} - n_{\text{т}};$$

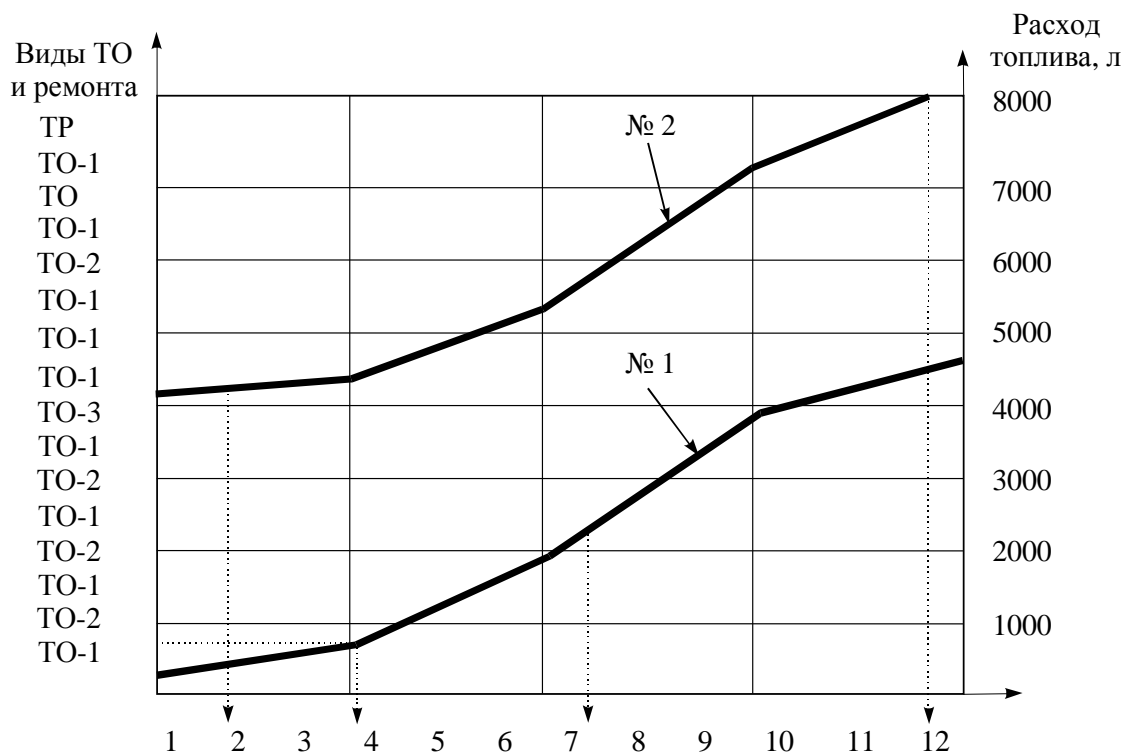
$$n_{\text{ТО-2}} = \frac{Q_{\text{ТО-2}} + Q_r}{t_{\text{ТО-2}}} - n_{\text{к}} - n_{\text{т}} - n_{\text{ТО-3}};$$

$$n_{\text{ТО-1}} = \frac{Q_{\text{ТО-1}} + Q_r}{t_{\text{ТО-1}}} - n_{\text{к}} - n_{\text{т}} - n_{\text{ТО-3}} - n_{\text{ТО-2}},$$

Где  $n_{\text{к}}$ ,  $n_{\text{т}}$ ,  $n_{\text{ТО-3}}$ ,  $n_{\text{ТО-2}}$ ,  $n_{\text{ТО-1}}$  – число капитальных, текущих ремонтов, технических обслуживаний ТО-3, ТО-2, ТО-1;  $Q_{\text{к}}$ ,  $Q_{\text{т}}$ ,  $Q_{\text{ТО-3}}$ ,  $Q_{\text{ТО-2}}$ ,  $Q_{\text{ТО-1}}$  – соответственно наработка машин от последнего капитального, текущего ремонтов и технических обслуживаний ТО-3, ТО-2, ТО-1;  $t_{\text{к}}$ ,  $t_{\text{т}}$ ,  $t_{\text{ТО-3}}$ ,  $t_{\text{ТО-2}}$ ,  $t_{\text{ТО-1}}$  – соответственно периодичность проведения капитального, текущего ремонтов и технических обслуживаний ТО-3, ТО-2, ТО-1.

Число сезонных технических обслуживаний принимают равным удвоенному числу машин. Число ежемесячных ТО определяют по числу нормо-смен или умножением дней работы в году на коэффициент сменности.

При графическом способе число ТО определяют по интегральным кривым расхода топлива каждым трактором в отдельности (рис. 3.8).



**Рис. 3.8.** График проведения ТО и ремонта тракторов Т-25А по месяцам за календарный год

Начало кривой соответствует расходу топлива данным трактором на 1 января планируемого года от начала эксплуатации нового трактора или капитального ремонта (для других машин – в выработке условных эталонных гектаров, физических гектаров, а для автомобилей – в километрах пробега).

Например, трактор № 1 (см. рис. 3.8) израсходовал с начала эксплуатации 3800 л, а трактор № 2 – новый. По оси абсцисс строят шкалу времени (декада, месяц, квартал), а по оси ординат – шкалу расхода топлива в литрах от нуля до капитального ремонта и шкалу чередования видов обслуживания и ремонта в соответствии с установленной для данной марки трактора периодичностью.

В конце каждого месяца отмечают ординату планируемого расхода топлива за этот месяц (декаду, квартал). Полученные точки соединяют линиями, которые образуют интегральную кривую расхода топлива. Календарный срок проведения ТО определяют, проводя горизонтальную линию от соответствующей отметки на шкале периодичности до пересечения с интегральной кривой расхода топлива и опуская из точки пересечения перпендикуляр на шкалу календарного времени года, т. е. на ось абсцисс.

Принятое при этом допущение состоит в том, что расход топлива в течение месяца предполагается равномерным. Поэтому при необходимости составляют месячный план-график ТО тракторов.

Составление годового плана-графика для тракторов хозяйства сводится к заполнению таблицы, куда заносят данные по тракторам каждой марки. Сезонные обслуживания приурочивают к проведению очередного ТО и также показывают в плане-графике (см. табл. 3.5).

**Таблица 3.5**

Годовой план проведения ТО и ремонта тракторов

Марка трактора	Хоз. номер	Виды ТО и ремонтов в году											
		январ.	февр.	март	апр.	май	июнь	июль	авг.	сент.	окт.	нояб.	дек.
Т-25А	№ 1	–	ТО-3	–	ТО-1	–	ТО-1	ТО-1, ТО-2	ТО-1	ТО-1	ТО-1	–	ТР
	№ 2	–	–	–	ТО-1	ТО-1	–	ТО-1, ТО-2	ТО-1	ТО-1, ТО-1	–	–	ТО-3
Всего ТО и	ТО-1	–	–	–	2	1	1	2	2	3	1	–	–
	ТО-2	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–

ремонтов	ТО-3	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
	ТР	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1

Затраты труда при ТО тракторов рассчитывают по следующей формуле

$$Z_{об} = \sum_{i=1}^m n_{ТО-1} Z_{ТО-1} + \sum_{i=1}^m n_{ТО-2} Z_{ТО-2} + \sum_{i=1}^m n_{ТО-3} Z_{ТО-3} + \sum_{i=1}^m n_{СТО} Z_{СТО},$$

где  $Z_{об}$  – общая трудоемкость ТО;  $n_{ТО-1}$ ,  $n_{ТО-2}$ ,  $n_{ТО-3}$ ,  $n_{СТО}$  – число видов ТО по маркам тракторов;  $m$  – число марок тракторов;  $Z_{ТО-1}$ ,  $Z_{ТО-2}$ ,  $Z_{ТО-3}$ ,  $Z_{СТО}$  – число различных видов трудоемкости ТО соответственно по маркам тракторов.

Число работающих  $P$ , необходимых для выполнения ТО в наиболее напряженный период, находят по формуле

$$P = \frac{Z_{об}}{\Phi_p},$$

где  $\Phi_p$  – фонд рабочего времени мастеров, ч.

$$\Phi_p = D_p T_d \gamma,$$

где  $D_p$  – число рабочих дней планируемого периода;  $T_d$  – продолжительность смены;  $\gamma$  – коэффициент использования времени смены стационарных пунктов ТО ( $\gamma = 0,8 \div 0,85$ , для передвижных средств  $\gamma = 0,6 \div 0,7$ ).

Неравномерность расхода топлива при выполнении полевых работ обуславливается их сезонным характером. Поэтому меняются и объемы работ специализированных звеньев ТО, которые планируют свою работу для весенне-летнего и осенне-зимнего периода.

Трудоемкость устранения неисправностей в процессе эксплуатации машин:

$$Z_n = (0,25 \div 0,36) Z_{об}.$$

Трудоемкость ТО и ремонтов сельскохозяйственных машин:

$$Z_m = (0,35 \div 0,45) Z_{об}.$$

## **Планирование технического обслуживания на ЭВМ**

Для решения задач в ЭВМ вводится исходная информация, характеризующая машинно-тракторный парк (марки тракторов и сельскохозяйственных машин, их число, годовая наработка), а также справочные данные по неисправности и нормативам затрат на ТО. С помощью пакета прикладных программ ведется расчет числа ТО по видам и маркам машин, определяются численность мастеров-наладчиков, трудовые, денежные и материальные затраты на техническое обслуживание.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

1. Краткие условия технической эксплуатации машинно-тракторного парка агропромышленного комплекса.
2. Указать выбранные исходные данные для расчета:
  - число машин по видам и маркам (тракторы, комбайны, автомобили, плуги и т. п.);
  - плановая годовая наработка различных машин;
  - коэффициенты охвата;
  - межремонтная наработка.
3. Виды диагностирования, ТО и ремонта тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин.
4. Методы диагностирования, ТО и ремонта двигателя внутреннего сгорания.
5. Причины возникновения и устранения неисправностей при определенной наработке машин.
6. Составление годового план-графика технического обслуживания и ремонта различных видов машин.
7. Из данных графика найти число ремонтов и технических обслуживаний в каждом месяце в календарном году.
8. Расчет затраты труда, число работающих, фонд рабочего времени мастеров, трудоемкость устранения неисправностей в процессе эксплуатации машин и трудоемкость ТО и ремонтов сельскохозяйственных машин.
9. На основании выше перечисленных данных составить пакет прикладных программ и обработать данные на ЭВМ.

## 10. Список использованной литературы.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какова общая структура ремонтно-обслуживающей базы агропромышленного комплекса страны?
2. Из каких подразделений состоит ремонтно-обслуживающая база колхоза, совхоза, кооперативных предприятий?
3. Как определить годовой объем работ по капитальному, текущему ремонту и техническому обслуживанию машин?
4. Какова методика построения графика ТО и ремонта машин?
5. Перечислите регламентные работы, выполняемые при ЕТО, ТО-1, ТО-2, ТО-3, СТО-[зима, лето], при обкатке, при хранении сельскохозяйственной техники.
6. Какие основные оборудования, приспособления, приборы и инструменты применяются на станциях технического обслуживания?
7. Перечислите причины угара масла в ДВС.
8. Какие виды изнашивания возникают при эксплуатации машин?
9. Что означает понятие “кавитация” и где она встречается?
10. Как влияет человеческий фактор на ресурс машин?

## Глава 4. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

### 4.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В сельскохозяйственном производстве часто приходится выполнять полевые работы в сложных условиях: при неблагоприятной погоде, изменении состояния почвы или обрабатываемого материала и в сжатые сроки. Поэтому нужна полная, ясная и краткая технологическая документация, чтобы не терять времени смены на выбор рациональных способов движения (см. рис. 1.5) и режимов, обеспечить лучшее качество работы с наименьшими затратами времени и средств. Такой документацией являются технологические и пооперационно-технологические карты возделывания отдельных культур, составленные на основе использования научной организации труда, применения рациональных режимов работы машинно-тракторных агрегатов, обеспечивающих повышение производительности и высокое качество работ при соблюдении требований и правил охраны труда.

Технологические карты составляют по отдельным сельскохозяйственным культурам в каждом хозяйстве с учетом местных условий. Агротехнические сроки выполнения работ представлены в табл. 4.1.

**Таблица 4.1**

Агротехнические сроки выполнения работ

Операции	Агротехнические сроки		
	1 период	2 период	3 период
Вспашка зяби	15.08–15.09	–	–
Весновспашка	10.05–20.05	–	–
Сев зерновых	7.05–12.05	26.09–30.09	–
Посадка картофеля	25.05–5.06	–	–
Внесение удобрений	10.05–20.06	15.08–15.09	–
Опрыскивание полей	10.06–20.06	–	–
Междурядная обработка	25.06–30.06	10.07–15.07	25.07–30.07
Уборка сена	15.06–30.06	5.09–10.09	–
Уборка зерновых	10.08–30.08	–	–
Уборка картофеля	15.09–15.10	–	–

Рассмотрим на примере технологию возделывания картофеля.

## 4.2. ПРЕДШЕСТВЕННИКИ, ОСНОВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ И ВНЕСЕНИЕ УДОБРЕНИЙ

Картофель занимает одно из важных мест, как в продовольственном, так и в фуражном фонде страны. Урожайность картофеля составляет от 15 до 20 т/га, а отдельных хозяйствах его собирают по 30–40 т/га.

Для получения высокого урожая картофеля размещают по землям с глубоким пахотным слоем и достаточной степенью окультуренности. Хорошими предшественниками картофеля являются бобовые, многолетние травы и другие культуры, которые оставляют после себя большое количество растительных остатков. При внесении оптимальных доз органических и минеральных удобрений высокие урожаи картофеля получают и по другим предшественникам. Составы агрегатов для внесения удобрений см. табл. 4.2–4.5.

**Таблица 4.2**

Составы агрегатов для внесения удобрений

Трактор	Машина	Количество, шт.	Ширина захвата, м	Допустимая скорость, км/ч
МТЗ-80/82; ЮМЗ-6АЛ	РТТ-4,2	2	8,4	10
	НРУ-0,5	1	10,0	10
	1-РМГ-4	1	14,0	20
	РУМ-5	1	8–14	12
	1-МВУ-4	1	14	20
	РПН-4	1	12,0	10
	РОУ-5	1	6–7	10
	РЖТ-4	1	8–10	10
	ЗЖВ-1,8	1	8,0	8
	ЗУ-3,6	1	8,0	8
	ПОУ	1	до 15,0	10
	РТТ-4,2	4	16,8	10
ДТ-75МВ; Т-150; Т-150К	РУМ-8	1	17,0	18
	РУН-15Б	1	до 30	7–8
	РУН-15А	1	до 20	3–5
	ПРТ-10	1	8 ÷ 10	10
	РЖТ-8	1	10,0	8–12
	РУП-8А	1	до 12,0	8–12
К-701	РУМ-16	1	до 12,0	17
	ПРТ-16	1	5–6	–
	РЖТ-16	1	10–16	–

**Таблица 4.3**

Примерные дозы внесения удобрений (кг/га)  
навесным разбрасывателем НРУ-0,5 при скорости 8,9 м/с

Удобрения	Ширина захвата, м	Деление шкалы рычага регулировки высевной щели									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Суперфосфат: – гранулированный	11	45	70	120	250	400	570	800	1050	1400	1900
– порошок	6	45	70	130	240	360	500	650	850	1000	1200
Кристаллическая аммиачная селитра	9	40	45	50	70	110	180	260	360	500	700

**Таблица 4.4**

Ориентировочная доза внесения навоза и компоста, т/га

Деление шкалы кривошипа	Скорость движения, км/ч														
	1-ПТУ-4					РОУ-5					ПРТ-10				
	2,8	5,6	6,8	8,1	12,5	2,8	5,6	6,8	8,1	12,5	6,6	8,6	9,6	10,8	13,1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	6,0	5,0	3,0	2,5	2,0	–	–	–	–	–	5,0	3,8	3,5	3,0	2,5
2	10,5	8,5	5,5	4,0	3,5	24,5	12,0	10,0	8,5	7,0	10,0	7,6	7,0	6,2	5,5
3	16,0	12,5	8,0	6,0	5,5	–	–	–	–	–	14,8	11,0	10,0	9,0	7,4
4	21,0	16,5	10,5	8,0	7,0	51,0	23,5	20,0	17,0	15,0	20,5	15,3	14,0	12,3	10,0
5	33	25	16,5	12	11	–	–	–	–	–	25	18,8	17	15	12,4
6	39,5	30	19	14,5	13	77	36	33	25	22	29,2	22,2	20	17,8	14,7
7	48	36,5	23	17,5	15,5	–	–	–	–	–	36,5	27,4	24,6	22	18
8	54	40	26	19,5	17	102	48	41	34	29	41	30,8	27,8	24,6	20,4
9	58,5	44	27,5	21	18,5	–	–	–	–	–	45,6	34	30,8	27,4	22,6
10	66	50	31	23,5	20,5	128	59,5	51	41,5	37	51,4	38,5	34,6	30,8	25,4
11	72	55	34	25	22	–	–	–	–	–	56	42	37,7	33,5	27,8
12	78	58	38	27	23,7	153	71,5	61,5	50	44	60,4	42,2	40,8	36,3	30

**Таблица 4.5**

Примерная доза внесения удобрений тукообразователями  
1-РМГ-4, 1-МВУ-4 зависимости от скорости транспортера  
и размеров высевной щели, кг/га

Размер щели по линейке, мм	Мочевина	Аммиачная селитра	Калийная соль	Суперфосфат гранулир.	Известняк. или фосфорит. мука
1	2	3	4	5	6
25–30	–	–	100	–	–
30–35	–	–	–	100	300/1000



40–45	–	100	200/8000	–	–
50–55	100	–	–/1000	–/700	400/2000
60–65	–/600	–/700	–	–/800	500/2500

Окончание табл. 4.5

1	2	3	4	5	6
70–75	–	–/800	300	200/900	600
80–85	–/700	200/900	–	–/1000	700/3000
95–100	–/800	–/1000	400/2000	–/1000	800/3500
105–110	200/900	–	–	300	900/4000
115–120	–/1000		500	–	100/4500
125–130	–	300	–/2500	–	–/5000
140–145	–	–	600	400 /2000	–
160–170	300	400	700/3500 <sup>+</sup>	–	–/6000
180–185	–	–	800	500	–/1500
205–210	400	500	900/4000 <sup>+</sup>	–/2500	1700
220–230	–/2500	–	1000/4500 <sup>+</sup>	600/4000	–
245–255	500	600	–/5000 <sup>+</sup>	700	2000

<sup>+</sup> Только для гипса.

**Примечание:** в числителе приведена доза при пониженной передаче, а в знаменателе – при повышенной.

Картофель весьма отзывчив на полив и в условиях орошения дает высокие урожаи. Главные требования к обработке почвы – это обеспечение рыхлого пахотного слоя для создания необходимого водно-воздушного и теплового режима, заделка пожнивных остатков, органических и минеральных удобрений, а также уничтожение сорняков и очистка почвы от различных вредителей.

*Вспашку* на глубину 22–27 см выполняют после лущения агрегатами, состоящими из плугов ПЛН-3-35, ПЛН-4-35, ПЛН-5-35, ПТК-9-35, ПЛП-6-35, а на торфяно-болотистых почвах – ПКБ-75, ПБН-75, ПБН-3-45 и тракторов К-700, Т-150, ДТ-75, Т-74, МТЗ 80/82 и других в зависимости от рельефа, конфигурации и размера полей.

*Боронование* или *культивацию* проводят ранней весной, чтобы сохранить зимние запасы влаги.

В последнее время все более широкое применение получает *фрезерная обработка*, которая позволяет более качественно рыхлить почву. Кроме того, почву повышенной влажности можно начинать обрабатывать на три-четыре дня раньше обычного. В этом случае используют фрезы ФБН-1,5, ФБН-2, фрезерный культиватор КГФ-2,8 и др.

*Предпосевная подготовка почвы* заключается в выравнивании поля и проведении хорошего рыхления при отсутствии на поверхности почвы комков диаметром более 5 см. Это условие необходимо для обеспечения прямолинейности рядков, равномерной глубины заделки клубней и хорошего прорастания и развития растений картофеля.

*Предпосевное рыхление* начинают боронами БЗТ-1 в один след, а на тяжелых почвах – в два. Затем проводят культивацию или дискование тяжелыми боронами и глубокое рыхление плугами без отвалов на глубину 25–27 см. Используют также комбинированные агрегаты РВК-3,6.

В последние годы широко применяют такой технологический прием по подготовке поля к посадке картофеля, как *предварительная нарезка гребней*. Эту операцию выполняют за три-четыре дня до посадки картофеля при помощи культиваторов КРН-4,2Г и КОН-2,8ПМ с окучиванием.

При возделывании картофеля вносят как минеральные, так и органические удобрения. Для повышения эффективности минеральных удобрений до 70 % от их общего количества вносят при основной обработке почвы, а остальные 30 % – во время посадки. Повышению урожайности способствуют органические удобрения, которые с учетом условий конкретного хозяйства можно вносить как осенью, так и весной.

## **4.3. ПОСАДКА КАРТОФЕЛЯ И УХОД ЗА НИМ**

### **4.3.1. Посадка**

До появления всходов посевы обрабатывают культиваторами-окучниками с одновременным боронованием. Первую обработку такими комбинированными агрегатами проводят через пять-семь дней после посадки на глубину 14–16 см при гребневом способе посадки.

Посадку картофеля проводят в сжатые агротехнические сроки и используют только откалиброванный на фракции семенной материал, строго соблюдая заданные нормы высадки клубней и внесения минеральных удобрений.

### **4.3.2. Агротехнические требования**

Норма высадки зависит от размера клубней и назначения картофеля. При мелких клубнях (25–50 г) на 1 га следует высаживать не менее 70–75

тыс., при средних – не менее 50–55 тыс. На семенных участках посадка должна быть более загущенной, чем при возделывании продовольственного картофеля.

Основная схема посадки картофеля – рядовая с междурядьями 70 см и расстоянием между клубнями в рядке от 18 до 35 см.

Глубина посадки картофеля на суглинистых почвах составляет 6–8 см, а на супесчаных 8–10 см, считая от вершины гребня до верхней точки клубня. Отклонения по глубине допускаются в пределах  $\pm 2$  см.

При посадке картофеля с одновременным местным (локальным) внесением минеральных удобрений последние вносят лентой шириной 5–7 см с прослойкой почвы 2–5 см.

Рядки после посадки должны быть прямолинейными с сохранением заданной ширины междурядий. Отклонение ширины основных междурядий допускается не более  $\pm 2$  см, стыковых междурядий – не более  $\pm 10$  см.

### **4.3.3. Виды агрегатов и подготовка их к работе**

Для посадки картофеля в различных зонах страны применяют навесные четырехрядные картофелесажалки САЯ-4, а также картофелепосадочные машины КСМ-4 и КСМ-6. Картофелесажалкой САЯ-4 высаживают пророщенный посадочный картофель. Более совершенной машиной является картофелесажалка КСМ-4, которая укомплектована дисками для гребнистой заделки борозд и гидрофицированными маркерами МГ-1.

Картофелесажалки агрегируются с тракторами класса 1,4 “Беларусь”, класса 3 ДТ-75 и Т-150. Рабочие скорости при посадке картофеля составляют от 4,5 до 9 км/ч.

Подготовка тракторов к работе с картофелесажалками заключается в установке колеи и давления в шинах передних и задних колес; вал отбора мощности (ВОМ) переключают на синхронный привод. При переездах трактора гидросистема маркеров должна находиться в нейтральном положении, а в период посадки картофеля – в плавающем. Обычный способ движения посадочного агрегата – челночный.

Уход за посадками картофеля заключается в уничтожении сорняков и обеспечении рыхлого слоя почвы на вершине гребней и в междурядьях.

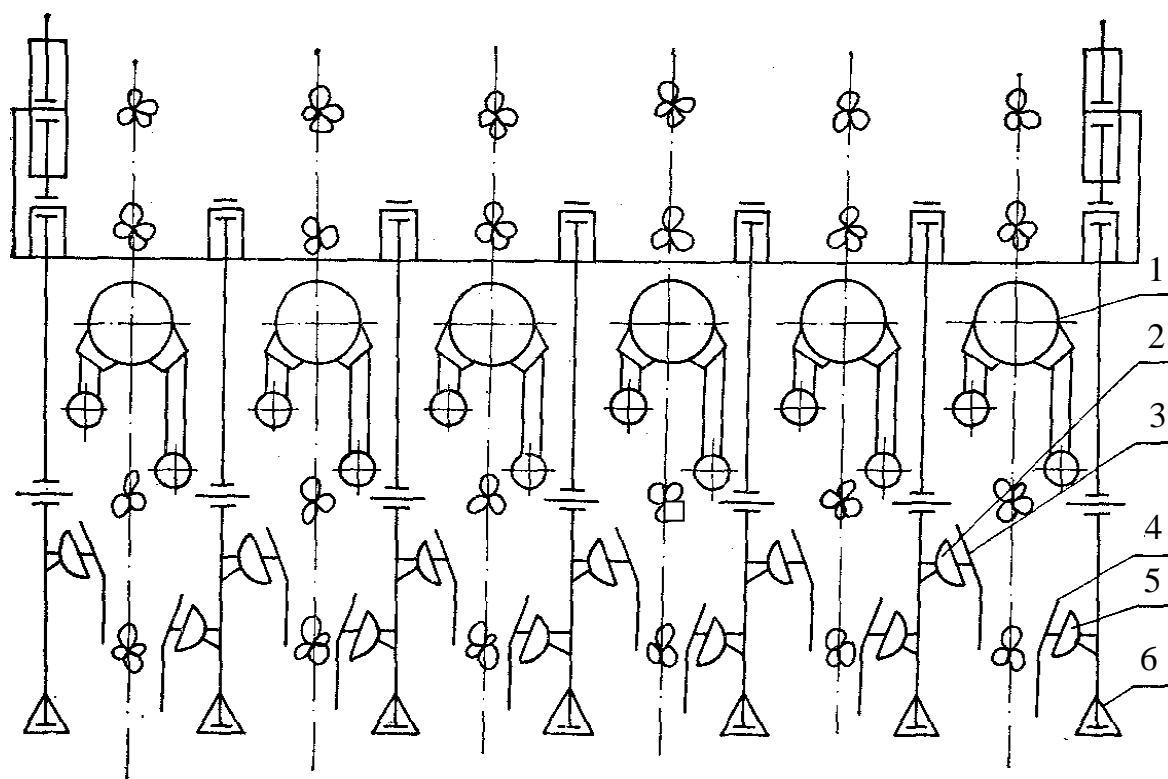
До появления всходов посевы обрабатывают культиваторами-окучками с одновременным боронованием. Первую обработку такими комбинированными агрегатами на глубину 14–16 см проводят через пять-семь дней после посадки.

Второе боронование с одновременным окучиванием и рыхлением почвы в междурядьях на глубину 10–12 см проводят через шесть-восемь дней после первой обработки. Третью обработку на глубину 6–8 см выполняют уже по всходам при высоте растений 5–6 см без боронования, а вместо окучников применяют стрельчатые лапы с захватом 270 мм в сочетании с долотами.

Перед уборкой картофеля удаляют ботву механическим (КИР-1,5 или КИР-1,8) либо химическим способом за восемь-двенадцать дней до ее начала на семенных участках и за пять-семь дней – на продовольственных.

Для ухода за четырехрядными посадками применяют культиватор-окучник КОН-2,8ПМ, который за один проход обрабатывает три полных и два стыковых междурядья на половину их ширины. При сплошной обработке на культиватор навешивают сетчатые бороны БСО-4А, а также легкие и средние бороны. Для проведения сплошного боронования, междурядной обработки и подкормки картофеля, посаженного шестирядными картофелесажалками с междурядьями 60 и 70 см, применяют культиватор-растениепитатель КРН-4,2Г и культиватор-окучник КНО-4,2.

На рис. 4.1 представлена расстановка рабочих органов культиватора для окучивания с одновременной подкормкой. При этом подкормочные ножи монтируют на передней секции, а дисковые окучники – на задней.



**Рис. 4.1.** Схема расстановки рабочих органов культиватора для окучивания картофеля с одновременной подкормкой:

1 – туковысевающий аппарат; 2 – правый окучник; 3 – правый ботвоотвод;  
4 – левый ботвоотвод; 5 – левый окучник; 6 – стойка с лапой

В зависимости от стадии развития растений при обработке картофеля устанавливают соответствующую величину защитной зоны, а также оборудуют их ботвоотводами.

Культиваторы агрегируются с тракторами типа “Беларусь”, при этом рабочая скорость составляет 8–9 км/ч.

## **4.4. ТЕХНОЛОГИЯ УБОРКИ И ПЕРЕВОЗКИ КАРТОФЕЛЯ**

### **4.4.1. Уборка**

*Уборка* начинается с подготовки участков: скашивают ботву, разбивают поле на загоны, определяют направление движения агрегатов, отбивают поворотные полосы и убирают с них урожай. Наиболее прогрессивным является поточный способ уборки, при котором клубни находятся в процессе технологической обработки или транспортировки от момента выкапывания их комбайном до закладки картофеля в хранилище.

Технологический процесс комбайновой уборки состоит из операций подкапывания рядков с картофелем и последующего отделения клубней от почвы и ботвы. Комбайны применяют на почвах с влажностью от 6 до 27 % при урожайности от 8 до 50 т/га. В более тяжелых условиях для уборки используют картофелекопатели, технологический процесс которых заключается в подкапывании картофеля, отделении клубней от почвы и сбрасывании их на поверхность убранного поля.

Применяют также комбинированный способ уборки картофеля, при котором клубни с двух или четырех рядков укладывают при помощи картофелекопателя-валкоукладчика в междурядья двух соседних необработанных рядков. Образованный таким образом комбинированный валок (2 + 2 или 2 + 4) убирают за один проход комбайном в варианте подборщика. Комбайн одновременно подбирает клубни, уложенные копателем в междурядья рядков, и выкапывает клубни из оставшихся необработанных рядков.

Для механизированной уборки ботвы применяют косилки-измельчители **КИР-1,5** и **КИР-1,8**, которые агрегируются с колесными тракторами класса тяги 1,4. В обычных условиях производительность таких агрегатов составляет 0,3–0,5 га/ч.

Для уборки картофеля применяют двухрядные прицепные картофелеуборочный комбайн **ККУ-2А “Дружба”** и его модификации, самоход-

ный четырехрядный комбайн **КСК-4**, а также комбайны германского производства **Е-665/6**, **Е-667/2**, **Е-668/7** (табл. 4.6).

**Таблица 4.6**

Техническая характеристика машин для уборки картофеля

Машины	Ширина захвата, м	Кол-во рядков, шт.	Ширина междурядья, см	Рабочие скорости, км/ч	Производительность, га/ч	Масса, кг	Агрегатирование
Картофелекопатель швыряльного типа КТН-1А	0,7	1	50–60 70–90	3,6–4,6	0,2–0,4	190	Т-25А
Картофелекопатель элеваторный навесной КТН-2В	1,4	2	60	2,6–3,6	0,3–0,45	730	ЮМЗ-6АЛ ЮМЗ-АМ МТЗ-80/82
Картофелекопатель полунавесной КСТ-1,4	1,4	2	70	3,6–8,3	0,4–0,9	1155	МТЗ-80/82 ЮМЗ-6АЛ ЮМЗ-АМ
Картофелекопатель для работы на грядках КСТ-1,4-2	1,4	1	140	3,6–4,8	0,55–0,65	1260	ЮМЗ-6АЛ ЮМЗ-АМ МТЗ-80/82 ДТ-75МВ
Картофелекопатель-валкователь универсальный УКВ-2	1,4	2	70	2,8–5,6	0,3–0,5	2350	МТЗ-82 ДТ-75МВ
Комбайн элеваторный ККУ-2А	1,4	2	70	1,8–4,0	0,3–0,45	4520	МТЗ-82 ДТ-75МВ
Комбайн для работы на торфяно-болотных почвах ККУ-2А-4	1,4	2	70	1,8–3,0	0,3–0,4	4575	МТЗ-82 ДТ-75МВ
Комбайн для работы на грядках ККУ-2А-4	1,4	1	140	1,8–4,0	0,35–0,45	4440	МТЗ-82 ДТ-75МВ
Комбайн самоходный КСК-4	2,8	4	70	1,8–6,0	0,8–1,6	12600	Двигатель СМД-64 (110 кВт)
Картофелесортировочный пункт КСП-15Б	–	–	–	–	15 т/ч	1940	Т-25А, эл. двигатель 4 кВт

Комбайн **ККУ-2А** используют для уборки картофеля, посаженного с междурядьями 70 см на легких и средних почвах. Он является базовой моделью и поставляется в исполнении для прямого комбайнирования и для двухфазной уборки картофеля. Агрегатируется комбайн с тракторами класса тяги 1,4 и при необходимости гусеничными класса тяги 3 с ходо-

уменьшителями. Его производительность составляет 0,3–0,4 га за 1 ч чистой работы.

Для выкапывания клубней применяют картофелекопатель **КСТ-1,4** и картофелекопатель-валкоукладчик **УКВ-2**. Все картофелекопатели агрегируются с тракторами класса тяги 1,4 и обеспечивают производительность 0,35–0,40 га за 1 ч чистой работы.

Наиболее эффективно (на больших площадях) для поточной уборки применять картофелеуборочный комплекс, который включает в себя звено подготовки полей к уборке, звенья основной и повторной уборки клубней, звено послеуборочной доработки и закладки на хранение, звенья технического и культурно-бытового обслуживания (см. табл. 4.7).

**Таблица 4.7**

Состав технологических звеньев по уборке картофеля  
урожаем 15,0 т/га с площади 300–350 га

Звено	Машина	Количество, ед.
Подготовки поля	Косилка-измельчитель КИР-1,8	2
Уборки клубней	Картофелекопатель КСТ-1,4	1
	Трактор МТЗ-82	7–8
	Прицеп 2-ПТС-4-887А	4–5
	Картофелеуборочный комбайн ККУ-2А	6
	Картофелекопатель-валкоукладчик УКВ-2	4
	Автомобиль-самосвал	6
Повторного подбора клубней <sup>+</sup>	Трактор МТЗ-82	2
	Картофелекопатель КСТ-1,4	2
Послеуборочной доработки и закладки на хранение	Картофелесортировочный пункт КСП-15Б	2
	Транспортер ленточный СТХ-30А	2
	Транспортер-загрузчик ТЗК-30	1

<sup>+</sup> При необходимости.

Звено по подготовке полей к уборке скашивает и вывозит ботву с полей, разбивает поля на участки и загоны, отбивает поворотные полосы шириной 12 м. Участок для работы двух-четырех комбайнов разбивают на четыре загона, число рядков в загоне должно быть кратным захвату сажалки. Поворотные полосы убирают картофелекопателями поперек рядков.

Звено послеуборочной доработки картофеля сортирует клубни и при помощи системы транспортеров закладывает их на хранение.

Для механизации работ по сортированию, переборке, загрузке и выгрузке картофеля из хранилищ применяют картофелесортировальные пункты КСП-15Б и стационарные пункты.

#### **4.4.2. Перевозка**

Исследования показывают, что при движении по картофельному полю более эффективным является тракторный транспорт, а при движении по грунтовым дорогам – автомобильный. Как правило, работа тракторов с прицепами эффективна при урожайности 20–22 т/га и расстоянии перевозки 3–5 км и при урожайности менее 20 т/га и расстоянии 5–6 км. При расстояниях более 5–6 км и урожайности свыше 20–22 т/га обычно выгоднее использовать автомобили. Если урожайность картофеля менее 20–22 т/га, а расстояние перевозок свыше 5–6 км, применяют смешанные перевозки (комбитрейлерный метод): на поле картофель собирают в тракторный прицеп, а по дорогам этот прицеп буксирует автомобиль, который также можно загружать на поле.

Широкое распространение при индустриальной технологии получают специальные малотоннажные контейнеры, которые используют не только для перевозки, но и для хранения продовольственного картофеля. Такие контейнеры выпускают двух типов: разборные (с крышкой или без нее) и складные (с крышкой или без нее). Вместимость первых – 0,52 и 0,85 м<sup>3</sup>, вторых – 0,69, 0,71 и 0,72 м<sup>3</sup>.

Перевозка в контейнерах уменьшает механические повреждения картофеля в 2–2,5 раза, а при хранении в зимний период в 2–2,5 раза снижает его загнивание.

Составление технологических операций для выращивания других культур примерно идентично с технологией интенсивного возделывания картофеля, но с учетом региональных и других особенностей.

В технологической карте по порядку их выполнения указывают все работы по возделыванию данной культуры. По каждой работе (операции) указывают:

- агротехнические требования;
- объем работ;
- календарные сроки их выполнения;
- состав агрегата и его производительность;
- расход топлива на единицу работы и на весь объем работы;
- потребное количество машин и рабочей силы;
- затраты труда и прямые издержки производства (расходы на топливо и смазочные материалы, на заработную плату рабочим и др.).



Все затраты приводятся как в расчете на 1 га, так и на весь объем по каждому виду работ и вносятся в таблицу (табл. 4.8).

**Таблица 4.8**

**Технологическая карта возделывания и уборки**

Совхоз (колхоз), фермерское (арендное) хозяйство и т. д. \_\_\_\_\_  
 Область, район \_\_\_\_\_  
 Культура \_\_\_\_\_ Площадь \_\_\_\_\_ га

<b>Наименование сельскохозяйственных работ</b>	<b>Запланировано</b>	<b>Фактически</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Основные агротехнические требования на выполняемую технологическую операцию		
Валовый сбор, т:		
– основной продукции		
– побочной продукции		
Предшественники		
Внесение удобрений, т/га:		
а) твердых:		
– органических		
– минеральных		
– комбинированных		
б) жидких:		
– органических		
– минеральных		
– комбинированных		
в) пылевидных:		
– минеральных		
– комбинированных		
В том числе основных, т/га:		
– при посеве		
– при уходе		
Норма расхода семян, т/га		
Расстояние перевозки, км:		
– органических удобрений		
– минеральных удобрений		
– основной продукции		
– побочной продукции		
Объем работ ( га, т, т. км)		
Календарные агротехнические сроки		
Разряд работы		
Продолжительность рабочего дня, ч		
Состав агрегата:		
– марка трактора, самоходного шасси или автомобиля		
– марка сцепки		

– марка с.-х. машины		
– количество с.-х. машин в агрегате		

Окончание табл. 4.8

1	2	3
Количество рабочих, обслуживающих агрегат:		
– трактористов-машинистов		
– вспомогательных рабочих		
Норма выработки агрегата за смену (га, т, т. км)		
Выработка агрегата за агротехнический срок		
Норма расхода топлива, кг (на единицу работ: га, т, т. км)		
Требуется для выполнения всего объема работ:		
– тракторов, самоходных шасси, автомобилей		
– сцепок		
– с.-х. машин		
– трактористов, машинистов, водителей		
– вспомогательных рабочих		
– топлива, кг		
Затраты труда, чел. ч:		
– на единицу работы		
– на весь объем работ		
Затрата средств (на га, т):		
– горючее		
– ремонт		
– амортизация		
– зарплата		
– прочие расходы		
– накладные расходы		
<b>Всего:</b>		

Агротехнические сроки выполнения работ брать в табл. 4.1. Сроки, не внесенные в таблицу, брать, придерживаясь вышеуказанных периодов в зависимости от региональных климатических условий.

Выбор марок тракторов и сельскохозяйственных машин, расчет их количества в агрегатах проводить по рекомендациям, изложенным в первой лабораторной работе или в справочной литературе, в зависимости от выполняемых операций в технологических процессах.

Необходимое количество машинно-тракторных агрегатов находится делением объема работ на выработку агрегатов за агротехнический срок.

## **Лабораторная работа № 4. БИЗНЕС-ПЛАН СОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

**Цель работы** – научиться составлять бизнес-план на возделывание различных сельскохозяйственных культур, разрабатывать технологические карты на процессы полеводства. Выполняя эту работу, студенты ознакомятся с применяющимися сельскохозяйственными машинами при индустриальной технологии возделывания культур. В процессе проведения расчетов получат технические, экономические и технологические представления об организации сельскохозяйственного производства.

**Оборудование рабочего места** – учебники по сельскохозяйственным машинам [11], [22], справочная литература [12], [13], ПЭВМ.

### **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Бизнес-план составления технологической карты возделывания сельскохозяйственных культур включают перечень технологических операций и последовательность всего комплекса работ:

- агротехнические требования;
- внесение удобрений;
- основная и поверхностная обработка почвы;
- посев и посадка;
- уход за посевами;
- уборка;
- нормативы и сроки проведения работ;
- составление рациональных составов агрегатов и обслуживающего персонала;
- нормы выработки и расхода топлива;
- реализация готовой продукции;
- рентабельность возделывания выбранной культуры в данном хозяйстве;

- технико-экономические показатели, которые важны для рациональной организации производства.

## **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА И РАСЧЕТЫ**

Ознакомиться с общим содержанием составления бизнес-плана возделывания сельскохозяйственных культур, используя методику выполнения предыдущих лабораторных работ.

Выбрать по заданию преподавателя или самостоятельно следующие данные:

- вид возделываемой культуры;
- место расположения хозяйства в зависимости от географических и природно-климатических условий;
- форму, структуру организации предприятия (государственный, акционерный, фермерский или другой вид);
- площадь под возделываемую культуру;
- условия структуры почвы;
- расстояние перевозимого груза;
- количество и вид оплаты (разряд, классность, тарифная ставка) рабочих массовых профессий;
- расход горюче-смазочных материалов;
- составить пооперационные таблицы технологической карты на все виды выполняемых работ согласно технологическому процессу.

Подобрать по справочным данным тракторы, автомобили и сельскохозяйственные машины для выполнения технологических операций.

Рассчитать обоснованно выбранные составы машинно-тракторных агрегатов, общие затраты средств [У] на выполнение всех видов операций для возделывания и уборки урожая.

Определить эффективность возделывания выбранной сельскохозяйственной культуры.

Вписать в карту перечень технологических операций, выбранные и расчетные данные на возделывание сельскохозяйственных культур.

Сделать анализ сельскохозяйственного производства.

Составить отчет о выполненной работе.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Для разработки технологической карты нужно знать разряд работы, его определяют по квалификационному справочнику или в табл. 4.9.

**Таблица 4.9**

Распределение операций по разрядам

Разряды	Выполнение операций
1	Простейшие операции (ручная уборка картофеля, буртование зерна и т. д.)
2	Работы, не требующие специальной подготовки (сортирование картофеля)
3	Работы, требующие специальной подготовки (сушка сена ворошителем)
4	Работы, требующие специальной подготовки и опыта (прессование сена)
5	Работы, требующие специальной подготовки и опыта (междурядная обработка)
6	Сложные и ответственные операции, работы, требующие специальной подготовки и опыта (уборка урожая)

Разряды выбирают примерно, ориентируясь по вышеуказанным операциям. Оплата труда рабочих в растениеводстве и животноводстве, трактористов-машинистов, рабочих совхозов и других государственных предприятий сельского хозяйства, предприятий водного и лесного хозяйства (кроме занятых в строительстве) производится по тарифным ставкам, как правило, за 100 кг произведенной продукции в зависимости от расположения районов в климатических зонах (табл. 4.10).

**Таблица 4.10**

Данные тарифных ставок при 7-часовом рабочем дне, руб.

Формы оплаты группы районов	Разряды работ					
	1	2	3	4	5	6
<b>Повременщики</b>						
1 группа	72,55	84,00	94,50	106,50	114,72	134,50
2 группа	80,64	90,72	102,24	114,72	134,50	151,50
3 группа	91,00	102,25	115,00	129,50	145,50	163,75
Ручные работы	69,00	73,75	81,25	85,75	95,00	108,50
<b>Сдельщики</b>						
1 группа	80,75	91,00	102,25	115,00	129,50	145,50
2 группа	91,00	102,25	115,00	129,50	145,50	163,75
3 группа	98,25	110,75	124,50	140,00	157,50	177,00

Ручные работы	73,75	78,75	84,25	91,75	101,50	116,25
---------------	-------	-------	-------	-------	--------	--------

**Примечание.** Тарифные ставки даны для ориентации только в учебных целях.

Тарифные ставки первой группы применяются в Ростовской, Волгоградской и других районах с благоприятными условиями для выращивания сельскохозяйственных культур.

В районах Нечерноземья применяются тарифные ставки второй группы.

Третья группа тарифных ставок применяется для оплаты труда в районах с наиболее сложными условиями производства (в северных районах европейской части Российской Федерации).

Для механизаторов устанавливается единая профессия “Тракторист-машинист” 1, 2, 3 классов. За повышенную классность выплачивается надбавка: в государственных предприятиях за 2 класс – 10 %, за 1 класс – 20 % к тарифной ставке, в акционерных и других видах предприятий – согласно трудовому договору, заключенного между работодателем и работником.

### *Расчет затраченных средств и эффективность труда при производстве сельскохозяйственной продукции*

В эксплуатационных расчетах применяют, главным образом, прямые и приведенные эксплуатационные затраты.

*Прямые эксплуатационные затраты* – это затраты денежных средств, обусловленные непосредственно выполняемой работой.

*Приведенные эксплуатационные затраты* включают в себя прямые эксплуатационные затраты и непосредственно вложенные в хозяйство капитальные средства.

Расчет эффективности использования парка или отдельных машин по фактическим затратам ведут по прямым эксплуатационным затратам.

Общие эксплуатационные затраты средств ( $У$ ) на выполнение всех работ подсчитываются по формуле

$$U = S + A + R + C_d + C_э + C_x + C_m + T, \quad (4.1)$$

где отдельные элементы прямых издержек определяются по нижеследующим формулам.

а) Заработная плата рабочих ( $S$ , руб.):

$$S = \sum nf / \omega_{\text{ч}} \tau,$$

где  $n$  – количество рабочих по разрядам;  $f$  – тарифная ставка в час по разрядам (табл. 4.10);  $\omega_{\text{ч}}$  – производительность машины за час;  $\tau$  – коэффициент использования времени (табл. 1.7).

б) Амортизационные отчисления ( $A$ , руб.):

$$A = Ea / 100 m \omega_{\text{с}} t \tau,$$

где  $E$  – нормативная стоимость машины (см. табл. 4.11–4.13<sup>\*</sup>);  $a$  – процент амортизационных отчислений (от 10 до 14 %);  $m$  – число дней работы машины в году;  $\omega_{\text{с}}$  – производительность машины за смену;  $t$  – количество смен работы в сутки.

**Таблица 4.11**

Оптовые цены на сельскохозяйственные машины

Наименование изделия	Оптовая цена, руб./шт.
1	2
Плуг навесной однокорпусный ПН-35	16500
Плуг навесной трехкорпусной ПЛН-3-35	90350
Плуг навесной четырехкорпусной ПЛН-4-35	140500
Плуг навесной пятикорпусной ПЛН-5-35	150640
Плуг тракторный полунавесной ПЛП-6-35	18080
Плуг навесной восьмикорпусной ПНЛ-8-40	61600
Культиватор прицепной КПС-4	25350
Культиватор окучник навесной КОН-2,8	41005
Культиватор растениепитатель КРН-4,2Г	61350
Культиватор фрезерный овощной КФО-4.2	73800
Луцильник дисковый гидрофицированный ЛДГ-5А	41170
Борона зубовая тяжелая скоростная БЗТС-1,0	4150
Борона дисковая навесная БДН-3,0	26100
Борона дисковая тяжелая БДТ-7,0	32000
Агрегат комбинированный РВК-5,4	150000
Каток водоналивной гладкий ЗКВГ-1,5	13200
Сеялка зернотуковая СЗ-3,6	175000
Картофелесажалка САЯ-4А	18100
Машина для внесения удобрений МВУ-5	199000
Комбайн зерноуборочный “Енисей-1200-02”	1254400

<sup>\*</sup> В табл. 4.11–4.13 цены на машины даны для ориентации только в учебных целях.

Окончание табл. 4.11

1	2
Картофелекопатель скоростной КСТ-1,4	93650
Картофелесортировальный пункт КСП-15Б	72440
Комбайн картофелеуборочный КПК-3	910000
Прицеп тракторный ПТС-4	54150

**Таблица 4.12**

Оптовые цены на автомобили, применяемых в сельском хозяйстве

Модель машины	Оптовая цена, руб.
ГАЗ-5312040	350000
ЗИЛ-496110	397000
КамАЗ-5320	713000
КрАЗ-250	616000
ГАЗ-6692	364100
Урал-4320301	781000
УАЗ-3303101	387000
ЗИЛ-131НС	690790
ЗИЛ-ММЗ-45021	508000
КамАЗ-55102	10600000
Урал-5557	749000
ЗАЗ-110206	42500
ВАЗ-21093	180000
АЗЛК-21412	52100
ВАЗ-21214	199000

**Таблица 4.13**

Оптовые цены на тракторы

Модель трактора, класс	Оптовая цена, руб.
1	2
<b>Общего назначения</b>	
Т-130, 6	770000
ДЭТ-250, 25	934000
Т-330, 25	1090000
К-700, К-701, 5	1100000–1200000
Т-150, 3	410000
Т-150К, 3	510000
ДТ-175С, 3	520000
Т-4А, 4	640000



ДТ-75, 3	400000
ДТ-75Н, 3	450000

Окончание табл. 4.13

1	2
<b>Универсально-пропашные</b>	
МТЗ-80/82, 1,4	305000–340000
МТЗ-100/102, 1,4	450000–500000
ЮМЗ-6КЛ, 1,4	290000
Т-40, 0,9	190000
Т-30, 0,6	180000
Т-25А, 0,6	160000
<b>Самоходные шасси</b>	
Т-16М, 0,6	150000
Мотоблок “Супер 610”, 0,2	15000

в) Ремонтные расходы ( $R$ , руб.):

$$R = \sum c/W = \sum r/100m\omega\tau,$$

где  $\sum c$  – сумма лимитных стоимостей всех ремонтов от одного капитального ремонта до другого;  $W$  – выработка до капитального ремонта в единицах работы;  $\sum r$  – сумма годового процента отчислений на ремонт (от 10 до 30 %).

г) Стоимость топлива и масла ( $C_d$ , руб.):

$$C_d = Nq_T C_q,$$

где  $N$  – мощность двигателя, кВт (табл. 1.8, 1.9 – для тракторов, 2.1–2.4 – для автомобилей);  $q_T$  – удельный расход топлива на 1 кВт (табл. 1.8, 1.9 – для тракторов);  $C_q$  – стоимость дизельного топлива (табл. 4.14).

д) Стоимость электроэнергии ( $C_э$ , руб.):

$$C_э = qK,$$

где  $q$  – расход электроэнергии на единицу работы, кВт/ч;  $K$  – стоимость 1 кВт · ч = 1 руб. 60 коп. (цена дана для учебных целей).

Таблица 4.14

Комплексная цена 100 кг дизельного топлива  
с учетом смазочных материалов\*

Модель трактора	Дизельное топливо	
	зимнее	летнее
К-700	75,8	69,8
ДТ-75	80,	74,0
Т-150	80,7	72,0
МТЗ-100, МТЗ-102	81,1	75,1
МТЗ-80, МТЗ-82	80,1	74,1
Т-40	81,4	75,4
Т-25	76,0	70,0

е) Стоимость затрат на хранение ( $C_x$ , руб.):

$$C_x = X_m + X_{тр}/\omega t,$$

где  $X_m$  – затраты на хранение машины, отнесенные к 1 ч ее работы (от 0,005 до 0,05 руб./ч);  $X_{тр}$  – то же для тракторов.

ж) Стоимость новой купленной машины ( $C_m$ , руб.) учитывают только в зависимости от экономического состояния хозяйства.

з) Затраты труда ( $T$ ) определяются из уравнений (1.3) и (1.4) лабораторной работы № 1.

Эффективность труда при производстве сельскохозяйственной продукции характеризуется получением на данной площади (гектаре) максимального количества наивысшего качества продукции при возможно меньших затратах труда и средств. Это можно рассчитать из формулы

$$\mathcal{E}_T = (\sum U_k C_k + \sum U_i C_i - \sum S_i) / \sum Y, \quad (4.2)$$

где  $\mathcal{E}_T$  – эффективность труда на технологической линии возделывания сельскохозяйственной культуры, руб./ч;  $U_k$  и  $C_k$  – количество и стоимость

\* Все области Нечерноземной зоны России относятся к 1 поясу деления оптовых цен на нефтепродукты.

основной продукции  $k$ -го вида, т/га и руб./т;  $U_i$  и  $C_i$  – количество и стоимость дополнительной продукции, т/га и руб./т;  $S_i$  – приведенные затраты на  $i$ -й операции технологической линии, руб./га (можно не определять);  $У$  – общие эксплуатационные затраты труда на все технологические операции (брать по формуле 4.1) \*.

Как видно из выражения (4.2), эффективность труда на технологической линии возделывания сельскохозяйственной культуры определяют по конечным результатам.

Эффективность тем выше, чем выше урожайность (количество) и качество продукции (стоимость) и меньше себестоимость (приведенные затраты) и затраты труда.

## СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Основным отчетом является бизнес-план (технологическая карта), которая состоит из отдельно выполненных технологических операций по возделыванию сельскохозяйственной продукции. В ней указываются агротехнические, технические и экономические показатели к выполнению заданной операции и в целом технологического процесса, по которой можно определить рентабельность производства в данном хозяйстве.

2. Расчет составов машинно-тракторных агрегатов и их показателей.
3. Расчет экономических показателей.
4. Анализ производства.
5. Бизнес-план рекомендуется составить с помощью ЭВМ.
6. Список использованной литературы.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие цели и задачи достигаются при составлении бизнес-плана?
2. Перечислите основные показатели, важные для организации производства в полеводстве.
3. Как влияют условия правильного выбора основных показателей на рентабельность сельскохозяйственного предприятия?
4. По каким данным определяются состав МТА для выполнения пооперационного технологического вида работ?

---

\* Количество (урожайность) основной и дополнительной продукции, а также стоимость брать по среднестатистическим показателям в данном регионе.

5. Какая межпредметная связь прослеживается при составлении бизнес-плана по возделыванию сельскохозяйственных культур?
6. Какое основное понятие характеризуют биологические, химические, физические, механические, технические показатели при выполнении технологических операций для выращивания сельскохозяйственных культур?
7. Для чего рассчитывают показатели эффективности труда?
8. Что характеризуют понятия прямые и приведенные эксплуатационные затраты?
9. Как можно уменьшить расход топлива на выполнение технологических операций МТА?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Переход к рыночным отношениям и их эффективное использование в сельскохозяйственном производстве возможны только на основе механизации и автоматизации при качественном и экономически обоснованном применении высокопроизводительной техники.

Эксплуатация технологических и транспортных машин нераздельно связана с различными видами технических обслуживаний, ремонтов и материально-технической базой машинно-тракторного парка. А рентабельность любого предприятия в первую очередь зависит от организации производства, а именно: от высокообразованной структуры управления, качественно организованного технологического процесса, материально-технической базы, и высококвалифицированных рабочих массовых профессий. Насколько правильно расставлены и выполняются эти экономические, технологические и организационные требования, зависит от руководителей различного уровня управления.

Для любого инженера важна компетентность, которая нужна не только в технических, но и организационных, управленческих и экономических вопросах. Именно на этом качестве должны основываться деловая инициативность и предприимчивость планирования технологического процесса, основой которого является планирование и составление технологической карты возделывания сельскохозяйственных культур, рассматриваемая в четвертой лабораторной работе. При соблюдении всех этих требований заметно увеличится производительность труда и снизятся издержки на единицу производимой продукции.

Данное учебное пособие поможет студенту в освоении дисциплины “Эксплуатация машинно-тракторного парка”.

# БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. *Алилуев, В. А.* Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка: Учеб. пособие для высших с.-х. учеб. заведений / В. А. Алилуев, А. Д. Ананьин, В. И. Михлин. – М.: Агропромиздат, 1991. – 367 с.
2. *Белявцев, А. В.* Механизация сельскохозяйственного производства: Учеб. пособие для повышения квалификации специалистов / А. В. Белявцев, В. А. Крутилин. – М.: Агропромиздат, 1991. – 207 с.
3. *Иофинов, С. А.* Эксплуатация машинно-тракторного парка: Учеб. пособие для высших с.-х. учеб. заведений / С. А. Иофинов, Г. П. Лышко. – М.: Колос, 1984. – 351 с.
4. *Колчин, А. И.* Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов / А. И. Колчин, В. П. Демидов. – 3-е изд., перераб., доп. – М.: Высш. шк., 2002. – 496 с.
5. *Ульман, И. Е.* Техническое обслуживание и ремонт машин / И. Е. Ульман, Г. С. Игнатъев, В. А. Борисенко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 399 с.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

6. \* *Богатырев, А. В.* Автомобили: Учеб. пособие для студ. вузов / А. В. Богатырев, Ю. К. Есенковский-Лашков, М. Л. Насоновский, В. А. Чернышев. – М.: Колос, 2001. – 496 с.
7. *Добрин, В. И.* Справочник заведующего машинным двором / В. И. Добрин, В. Д. Прохоренков, А. Э. Северный. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 254 с.
8. *Зангиев, А. А.* Производственная эксплуатация МТП / А. А. Зангиев, Г. П. Лышко, А. Н. Скороходов. – М.: Колос, 1996. – 154 с.
9. *Иофинов, С. А.* Курсовое и дипломное проектирование по эксплуатации МТП / С. А. Иофинов, Р. Ш. Хабатов. – М.: Колос, 1981. – 224 с.
10. *Караваева, Н. П.* Резервы картофельного поля / Н. П. Караваева. – Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1990. – 112 с.

---

\* Имеется в библиотеке СЛИ.

11. *Карпенко, А. Н.* Сельскохозяйственные машины: Учеб. пособие для высших с.-х. учеб. заведений / А. Н. Карпенко, В. М. Халанский. – М.: Агропромиздат, 1989. – 527 с.
12. *Каталог.* Справочник сельскохозяйственной техники. Ч. 1 / Сост. Н. В. Замоторин, А. М. Кушнир, В. А. Неживой, А. Д. Орехов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 475 с.
13. *Каталог.* Справочник сельскохозяйственной техники. Ч. 2 / Сост. Н. В. Замоторин, А. М. Кушнир, В. А. Неживой, А. Д. Орехов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 606 с.
14. *Кленин, Н. И.* Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: Учеб. пособие для высших с.-х. учеб. заведений / Н. И. Кленин, В. А. Сакун. – М.: Колос, 1994. – 525 с.
15. *Лурье, А. Б.* Курсовое и дипломное проектирование по сельскохозяйственным и мелиоративным машинам: Учеб. пособие для высших с.-х. учеб. заведений / А. Б. Лурье, В. Г. Еникеев И. Н. Теплинский и др. – Л.: Агропромиздат, 1991. – 224 с.
16. \**Любимов, А. И.* Практикум по сельскохозяйственным машинам: Учеб. пособия для вузов / А. И. Любимов, З. И. Воцкий, В. В. Бледных и др. – М.: Колос, 1999. – 191 с.
17. *Поляк, А. Я.* Справочник по скоростной сельскохозяйственной технике / А. Я. Поляк А., А. Д. Щупак, Н. М. Антышев. – М.: Колос, 1983. – 275 с.
18. *Попов, Л. А.* Эксплуатация машинно-тракторного парка: Метод. указания по выполнению лаборатор. работ по дисциплине “Эксплуатация МТП”; КГПИ / Л. А. Попов. – Сыктывкар, 1999. – 47 с.
19. *Родичев, В. А.* Справочник сельского механизатора / В. А. Родичев, Б. И. Пейсахович, В. А. Токарев. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 371 с.
20. *Сакун, В. А.* Закономерности развития мобильной сельскохозяйственной техники / В. А. Сакун. – М.: Колос, 1994. – 175 с.
21. *Семенов, В. М.* Работа на тракторе / В. М. Семенов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 310 с.
22. *Тяговые характеристики сельскохозяйственных тракторов: Альбом-справ.* / А. П. Антонов, Н. М. Антышев, А. П. Банник и др. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 240 с.
23. *Четыркин, Б. Н.* Сельскохозяйственные машины и основы эксплуатации машинно-тракторного парка / Б. Н. Четыркин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 275 с.

24. *Шахмаев, М. В.* Формирование машинно-тракторного парка колхозов и совхозов / М. В. Шахмаев. – М.: Агропромиздат, 1986. – 150 с.

25. *Яник, Й.* Система технического обслуживания сельскохозяйственных машин / Й. Яник, Н. Релимеи; Пер. с венг. П. Мари; Под ред. В. В. Курчаткина и др. – М.: Колос, 1984. – 347 с.



# Приложение 1

## Самоходное шасси Т-16М



### Техническая характеристика

<b>Тип:</b> универсально-пропашное, тягового класса 0,6		<b>База, мм</b>	2500
<b>Габариты, мм:</b> – длина – ширина: при наибольшей колее при наименьшей колее – высота (по крыше)	3700	<b>Колея колес, мм:</b>	
	2032	– передних	1280; 1410
	1550	– задних	1540; 1800
	2500		1264; 1358 1562; 1750
<b>Просвет агротехнический на твердом грунте, мм</b>	560	<b>Конструктивная масса, кг</b>	1616
<b>Размеры шин колес, мм</b> – передних – задних	6–16	<b>Грузоподъемность платформы, кг</b>	900
	9,5–32		
<b>Привод вала отбора мощности и его расположение:</b> независимый, 1 – спереди, синхронный, 2 – справа и слева	<b>Скорости движения расчетные, км/ч:</b>		
<b>Марка и тип двигателя:</b> Д-21 А2, 4-тактный, дизель с неразделенной камерой сгорания, воздушного охлаждения	II передача	6,25	
	III передача	7,62	
	IV передача	9,02	
	V передача	14,57	
	VI передача	20,60	
	замедленная передача	1,38	
	задний ход	4,94	

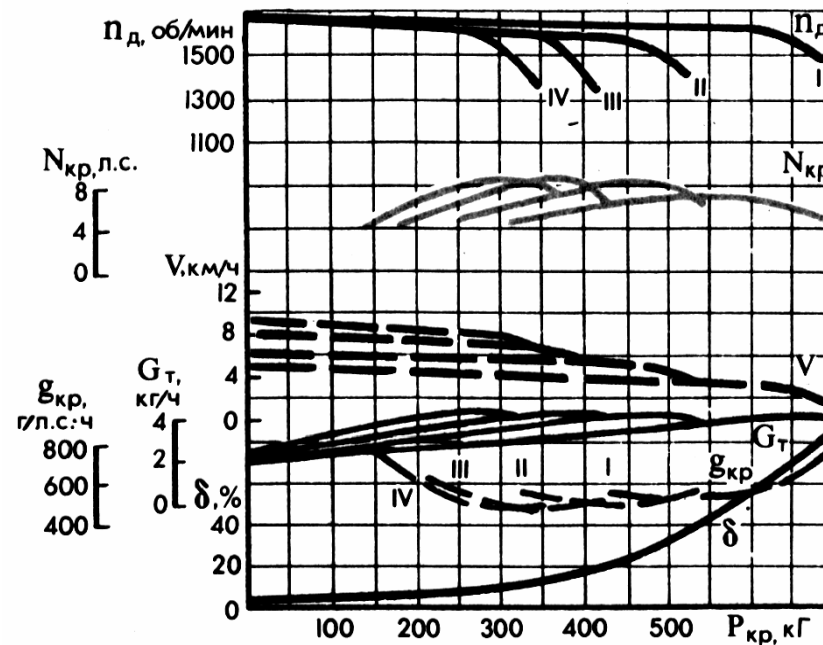
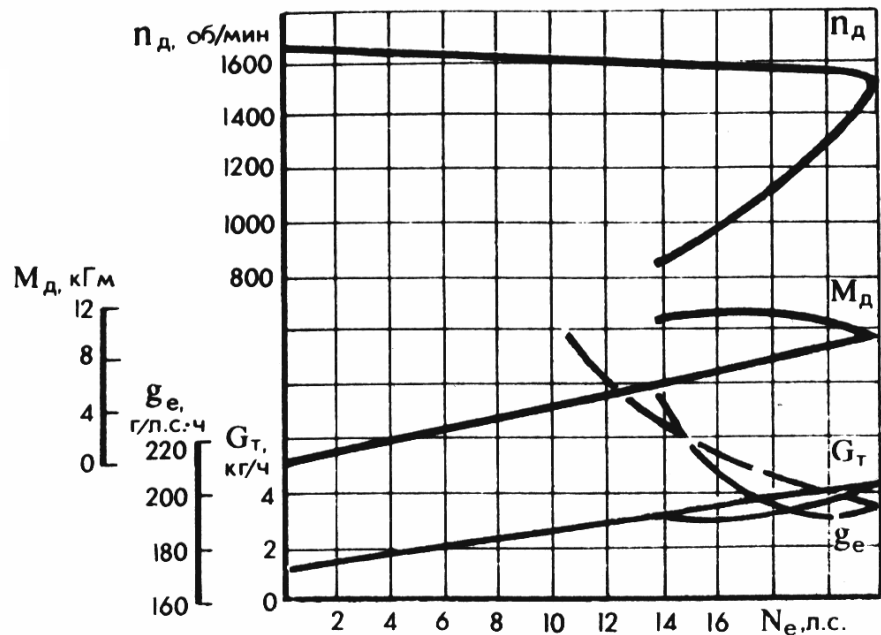
**Регуляторная характеристика двигателя Д-21-А2  
самоходного шасси Т-16М**

Температура окружающего воздуха	28 °С
Барометрическое давление	765 мм. рт. ст.
Относительная влажность воздуха	58 %
Номинальная мощность ( $N_e$ ), л. с.	22,1
Показатели при номинальной мощности	
Частота вращения ( $n_d$ ), об/мин	1636
Крутящий момент ( $M_d$ ), кГм	
Часовой расход топлива ( $G_T$ ), кг/ч	4,3
Удельный расход топлива ( $g_e$ ), г/л.с. · ч	195

**Тяговая характеристика самоходного шасси Т-16М без балласта на поле, подготовленном под посев**

МАССА САМОХОДНОГО ШАССИ, КГ			1595
Давление воздуха в шинах колес, кг/см <sup>2</sup> :			
– передних			2,0
– задних			0,9
Характеристика фона на глубине:	5 см	10 см	15 см
– влажность, %	9,8	12,4	13,9
– твердость, кг/см <sup>2</sup>	2,1	2,6	3,9

130



## Приложение 2 Трактор Т-25А



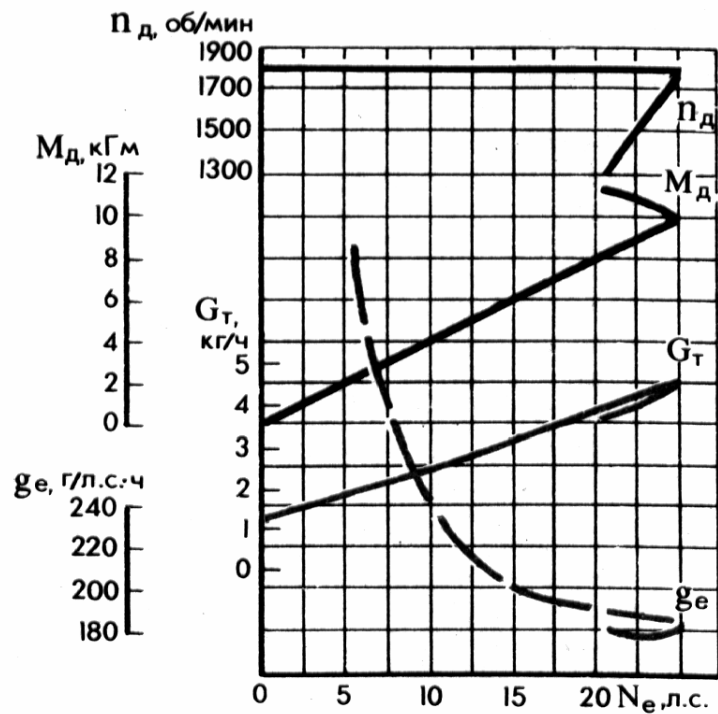
### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

<b>Тип:</b> универсально-пропашной с реверсивным ходом, тягового класса 0,6				
<b>Габариты, мм:</b> – длина – ширина – высота (по кабине)	3110		<b>База, мм:</b>	
	1370 (шины 9–32, коля 1100 мм);		– средняя наладка	1775
	1467 (шины 10–28, коля 1200 мм)		– низкая наладка	1630
	2500 (средняя наладка)		– высокая наладка	1837
		2350 (низкая наладка)	<b>Коля колес, мм:</b>	
		2570 (высокая наладка)	– передних	1200–1400
			– задних (9–32)	1100–1500
			– задних (10–28)	1200–1470
<b>Размеры шин колес, мм</b>			<b>Скорости движения расчетные, км/ч:</b>	
– передних		6–16	I передача	6,4
– задних		9,5–32	II передача	8,1
<b>Конструктивная масса, кг</b>		1780	III передача	9,4
<b>Несущая система</b>		полурамная	IV передача	11,9
<b>Привод вала отбора мощности и его расположение:</b> зависимый, 1 – сзади			V передача	14,9
<b>Марка и тип двигателя:</b> Д-21А, 4-тактный, дизель с неразделенной камерой сгорания, (в поршне), воздушного охлаждения			VI передача	21,9
			I замедленная передача	1,79
			II замедленная передача	2,64



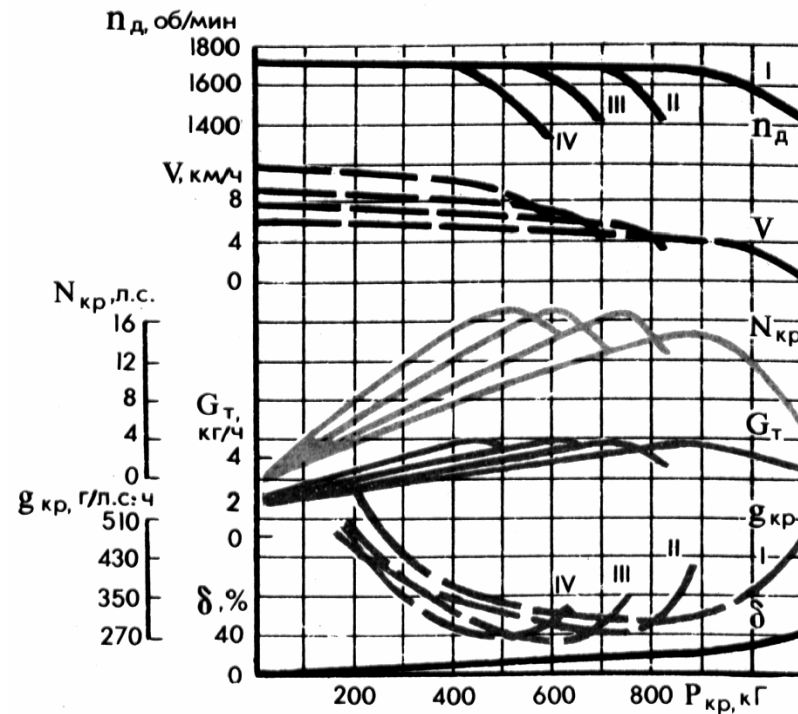
### Регуляторная характеристика двигателя Д-21 трактора Т-25А

ТЕМПЕРАТУРА ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА	16° С
Барометрическое давление	746 мм рт. ст.
Относительная влажность воздуха	60 %
Номинальная мощность, л. с.	25
<b>Показатели при номинальной мощности</b>	
Частота вращения, об/мин	1800
Крутящий момент, кГм	9,9
Часовой расход топлива, кг/ч	
Удельный расход топлива, г/л. с. · ч	184

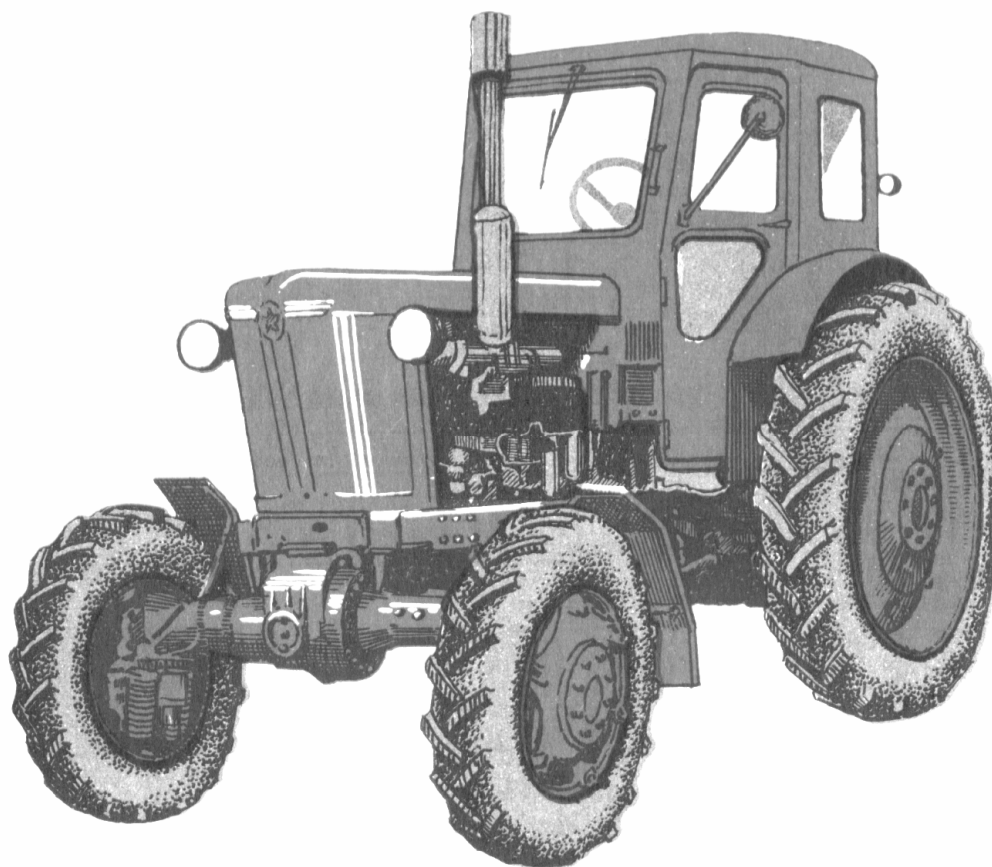


### Тяговая характеристика трактора Т-25А на стерне

МАССА ТРАКТОРА, кг			1885
Давление воздуха в шинах колес, кг/см <sup>2</sup> :			
– передних			1,7
– задних			1,0
Характеристика фона на глубине:	5 см	10 см	15 см
	– влажность, %	23,6	21,6
– твердость, кг/см <sup>2</sup>			5,1    12,3    11,9



## Приложение 3 Трактор Т-40А

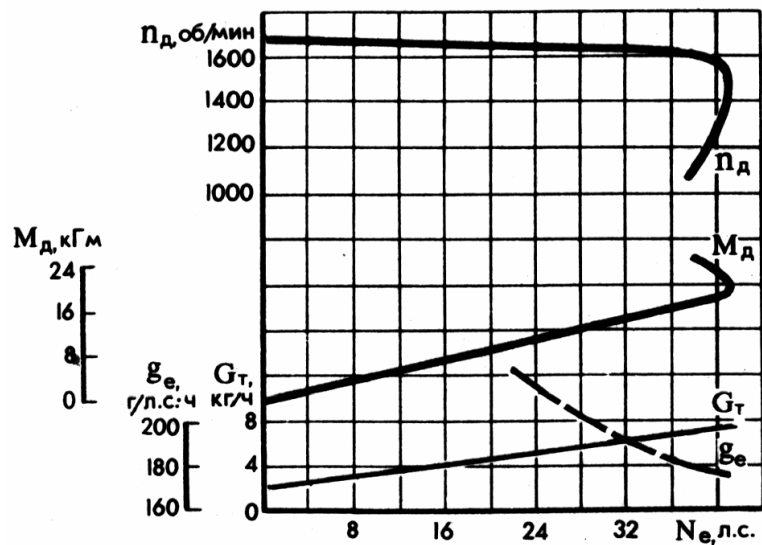


### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

<b>Тип:</b> универсально-пропашной повышенной проходимости тягового класса 0,9				
<b>Габариты, мм:</b>	– длина	3850	<b>Скорости движения расчетные, км/ч:</b>	
	– ширина	2100		
	– высота	2350	– передний ход:	
			замедленная передача	1,62
			I передача	6,13
<b>База, мм</b>		2250	II передача	7,31
<b>Колея, мм</b>		1200–1800	III передача	8,61
<b>Агротех. просвет на твердом грунте, мм</b>		540	IV передача	10,06
<b>Масса конструктивная, кг</b>		2570	V передача	18,63
<b>Размеры шин колес, мм:</b>	– передних	8,3/8-20	VI передача	26,68
	– задних	12,4/11-38	– задний ход	5,28
			Реверс	на все передачи
<b>Несущая система:</b>	полурамная		<b>Марка и тип двигателя:</b>	
<b>Привод вала отбора мощности и его расположение:</b>	независимый и синхронный зависимый, 1 – сзади, 1 – слева		Д-37, 4-тактный, дизель с неразделенной камерой сгорания, (в поршне), воздушного охлаждения	

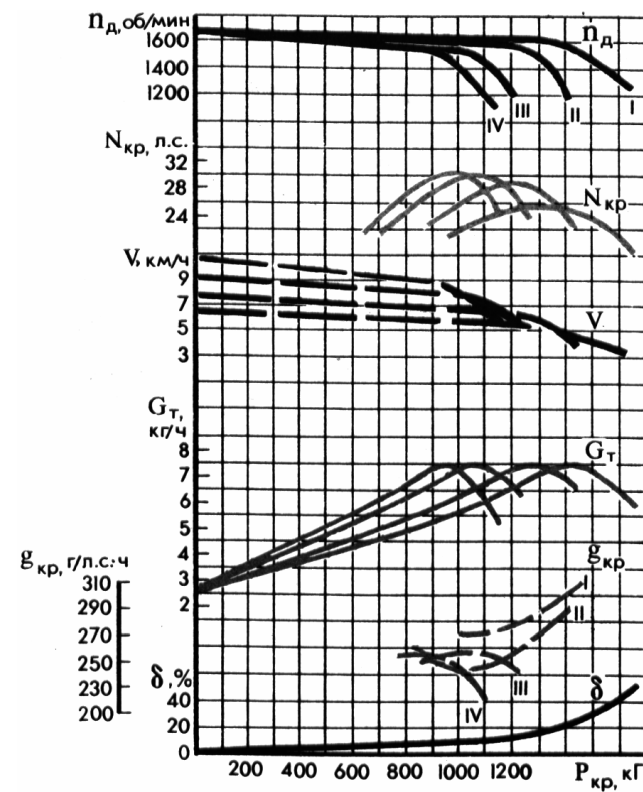
### Регуляторная характеристика двигателя Д-37 трактора Т-40А

ТЕМПЕРАТУРА ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА	26° С
Барометрическое давление	772 мм рт. ст.
Относительная влажность воздуха	67 %
Номинальная мощность, л. с.	40,8
<b>Показатели при номинальной мощности</b>	
Частота вращения, об/мин	1614
Крутящий момент, кГм	18,1
Часовой расход топлива, кг/ч	7,1
Удельный расход топлива, г/л. с. · ч	174



### Тяговая характеристика трактора Т-40А без балласта на стерне

МАССА ТРАКТОРА, КГ			2885
Давление воздуха в шинах колес, кг/см <sup>2</sup> :			
– передних			1,2
– задних			1,0
Характеристика фона на глубине:	5 см	10 см	15 см
	– влажность, %	2,8	2,6
– твердость, кг/см <sup>2</sup>			16,9    25,0    26,8



## Приложение 4 Трактор "Беларусь МТЗ-82"



### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

<b>Тип:</b> универсальный, повышенной проходимости тягового класса 1,4					
<b>Габариты, мм:</b>	– длина	3930	<b>Скорости движения расчетные, км/ч:</b>		
	– ширина	1970	– передний ход:	с редуктором	без редуктора
	– высота (по кабине)	2470	I передача	1,89	2,05
<b>База, мм</b>	2450		II передача	3,22	4,26
<b>Колея (бесступенчато), мм:</b>	– передних	1200–1800	III передача	5,48	7,25
	– задних	1400–2100	IV передача	6,73	8,90
			V передача	7,97	10,54
<b>Агротех. просвет на твердом грунте, мм</b>	640		VI передача	9,33	12,34
			VII передача	11,47	15,16
<b>Масса конструктивная, кг</b>	3370		VIII передача	13,58	17,95
			IX передача	25,25	33,39
<b>Размеры шин колес, мм:</b>	– передних	8,3/8-20	– задний ход:		
	– задних	(13,6/12-33)P	I передача	3,98	
			II передача	6,78	
<b>Несущая система</b>	полурамная	<b>Марка и тип двигателя:</b>			
<b>Привод вала отбора мощности и его расположение:</b>	независимый 2-скоростной и синхронный, сзади	Д-240, 4-тактный, дизель с непосредственным впрыском топлива, жидкостного охлаждения			



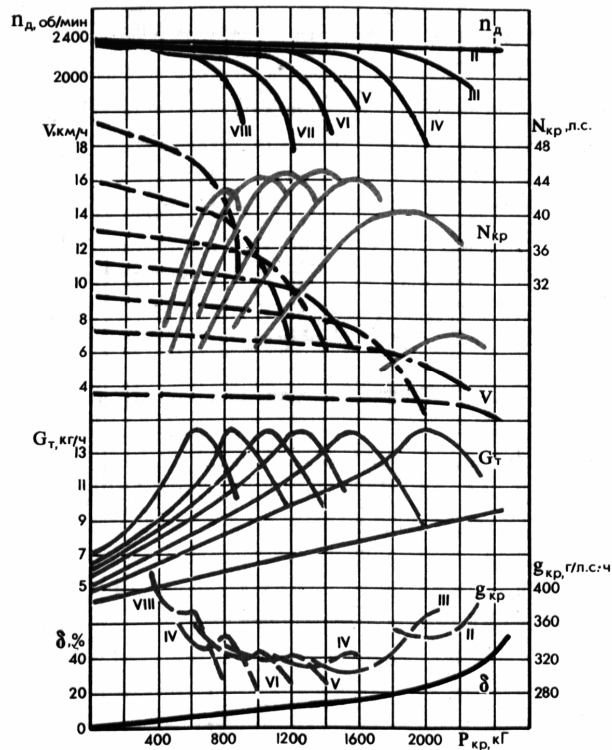
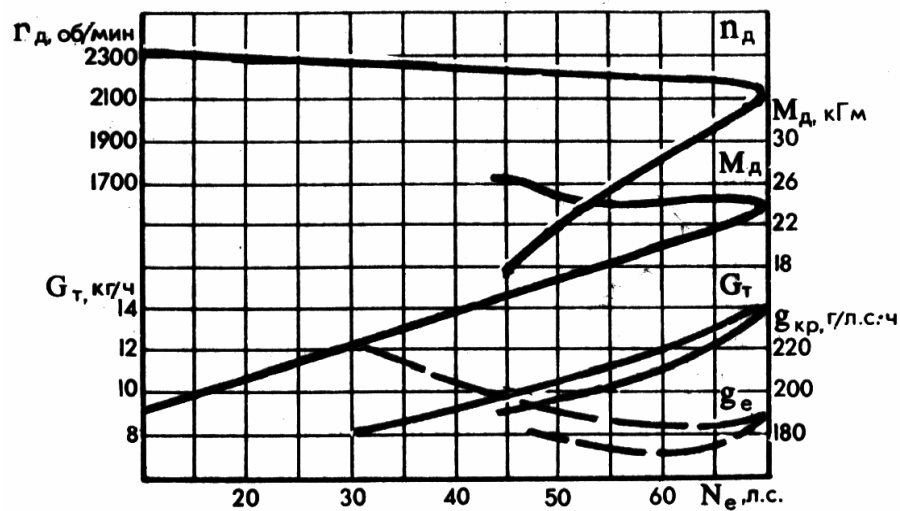
**Регуляторная характеристика  
двигателя Д-240 трактора МТЗ-82**

ТЕМПЕРАТУРА ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА	25° С
Барометрическое давление	720 мм рт. ст.
Относительная влажность воздуха	55 %
Номинальная мощность, л. с.	75,2
<b>Показатели при номинальной мощности</b>	
Частота вращения, об/мин	2200
Крутящий момент, кГм	24,5
Часовой расход топлива, кг/ч	14,3
Удельный расход топлива, г/л. с. · ч	190

**Тяговая характеристика трактора МТЗ-82 без балласта  
на стерне**

МАССА ТРАКТОРА, КГ	3780		
Давление воздуха в шинах колес, кг/см <sup>2</sup> :			
– передних	1,4		
– задних	1,0		
Характеристика фона на глубине:	5 см	10 см	15 см
– влажность, %	21,6	21,4	21,1
– твердость, кГ/см <sup>2</sup>	10,7	10,8	10,9

136



## Приложение 5 Трактор Т-150К

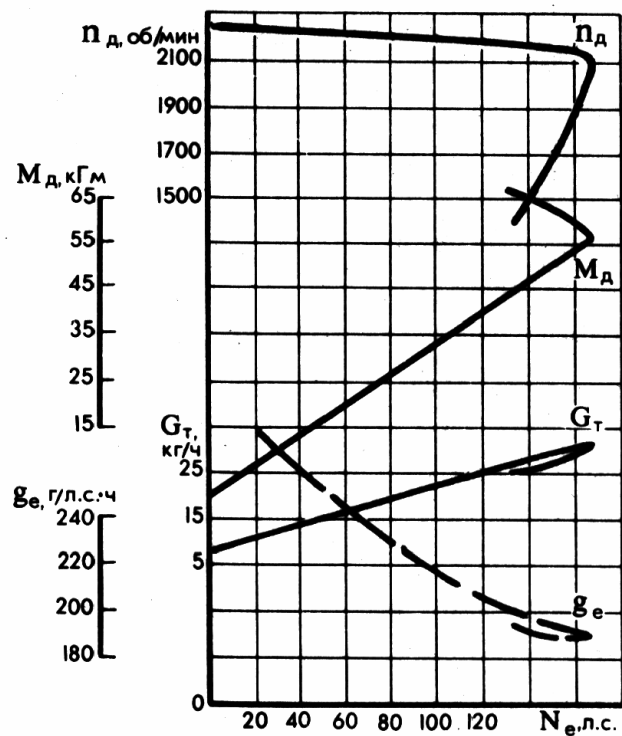


### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

<b>Тип:</b> общего назначения, со всеми ведущими колесами тягового класса 3				
<b>Габариты, мм:</b> – длина – ширина – высота	5795	<b>Скорости движения расчетные, км/ч:</b>		
	2220	– передний ход:	с редуктором	без редуктора
	3165	I передача	8,53	1,80
		II передача	10,08	2,14
<b>База, мм</b>	2860	III передача	11,44	2,42
<b>Колея (при перестановке колес), мм:</b> – передних – задних	1680 или 1860 1680 или 1860	IV передача	13,38	2,82
		V передача	18,65	3,88
		VI передача	22,00	4,58
		VII передача	24,90	5,20
		VIII передача	30,10	6,09
<b>Просвет агротехнический на твердом грунте, мм</b>	не менее 400	– задний ход:		
<b>Масса конструктивная, кг</b>	7535	I передача	6,60	
<b>Несущая система</b> шарнирно-сочлененная рама		II передача	7,83	
		III передача	8,88	
		IV передача	10,40	
<b>Марка и тип двигателя:</b> СМД-62, 4-тактный дизель с турбонаддувом, жидкостного охлаждения		<b>Привод вала отбора мощности и его расположение:</b> 2-скоростной, сзади		

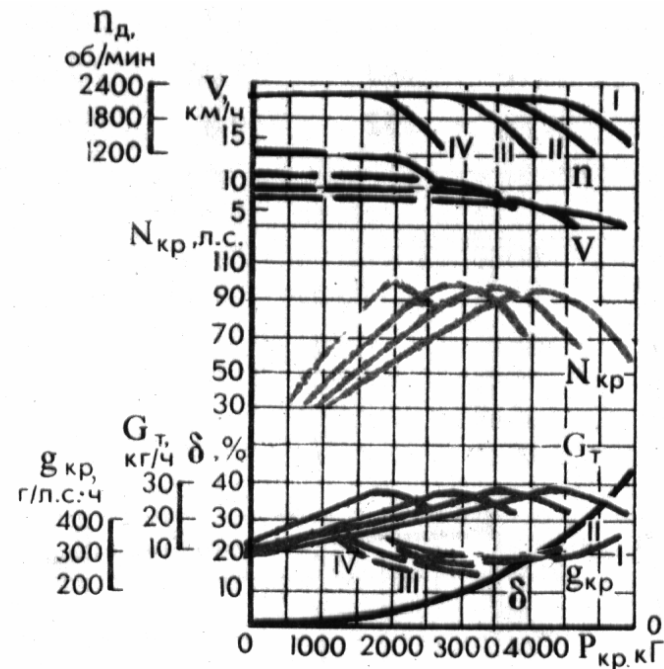
### Регуляторная характеристика двигателя СМД-62 трактора Т-150К

ТЕМПЕРАТУРА ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА	32° С
Барометрическое давление	750 мм рт. ст.
Относительная влажность воздуха	60 %
Номинальная мощность, л. с.	165,2
<b>Показатели при номинальной мощности</b>	
Частота вращения, об/мин	2100
Крутящий момент, кГм	56,3
Часовой расход топлива, кг/ч	31,3
Удельный расход топлива, г/л. с. · ч	190

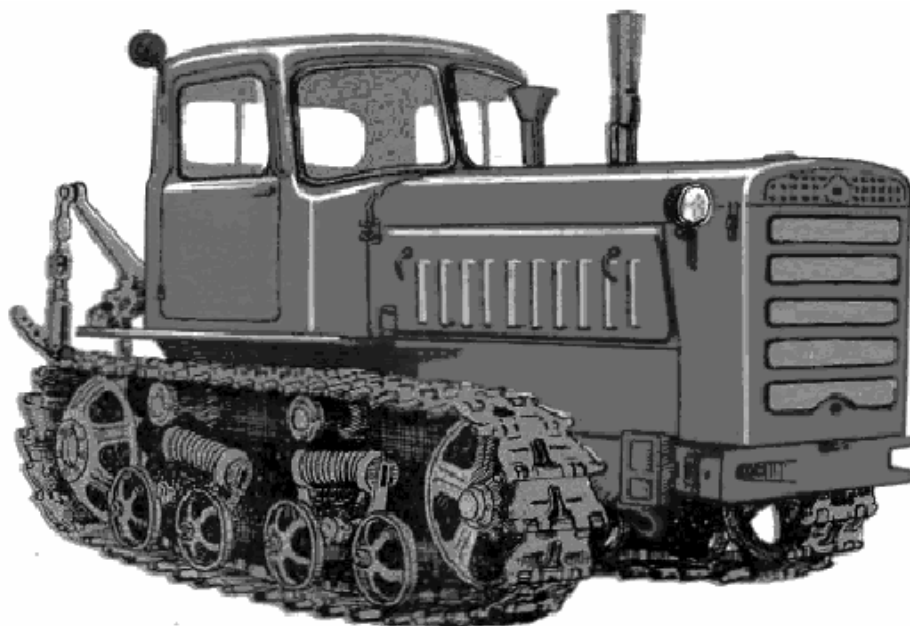


### Тяговая характеристика трактора Т-150К без балласта на стерне

МАССА ТРАКТОРА, КГ	7995		
Давление воздуха в шинах колес, кг/см <sup>2</sup> :			
– передних	1,1		
– задних	1,0		
Характеристика фона на глубине:	5 см	10 см	15 см
– влажность, %	22,3	25,6	25,9
– твердость, кГ/см <sup>2</sup>	7,5	15,7	20,5



## Приложение 6 Трактор ДТ-75М

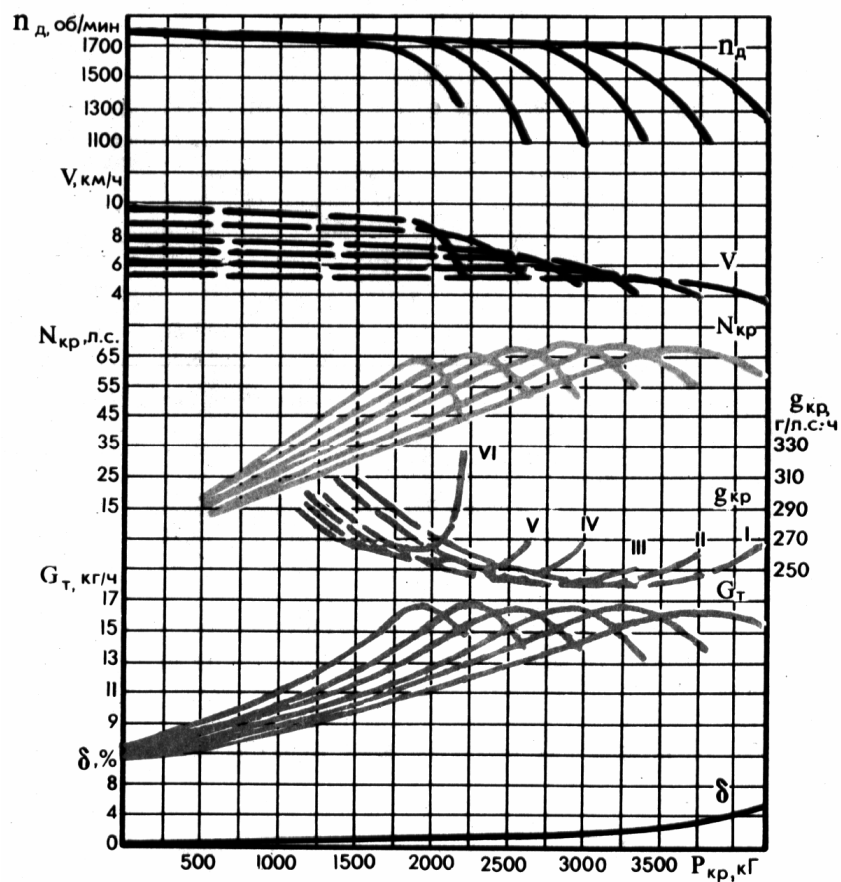


### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

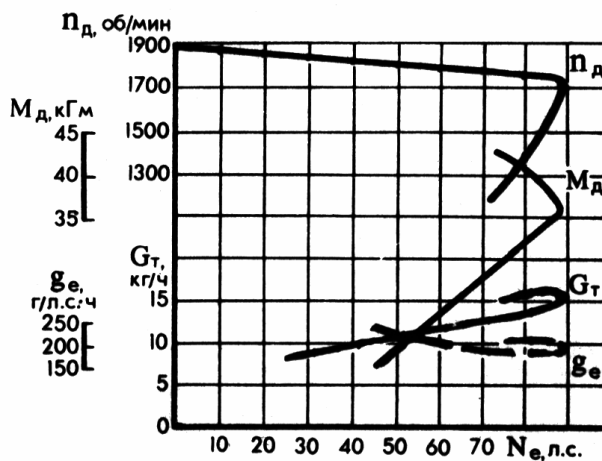
<b>Тип:</b> общего назначения, тягового класса 3				
<b>Габариты, мм:</b>	– длина	4675	<b>Скорости движения расчетные, км/ч:</b>	
	– ширина	1740	– передний ход:	без увеличителя крутящ. момента
	– высота	2333	I передача	с увеличителем крутящ. момента
<b>База, мм</b>		1612	II передача	4,24
<b>Колея, мм</b>		1330	III передача	4,73
<b>Дорожный просвет при погруженных почвозацепах, мм</b>		326	IV передача	
			V передача	
<b>Масса конструктивная, кг</b>		6110	VI передача	
<b>Несущая система</b>		рамная	VII передача	
<b>Шаг звена и ширина гусеницы, мм</b>		170; 390	– задний ход	4,54
<b>Марка и тип двигателя:</b> А-41, 4-тактный, дизель с непосредственным впрыском топлива, жидкостного охлаждения		<b>Удельное давление на почву, кГ/см<sup>2</sup></b>		0,47
		<b>Привод вала отбора мощности и его расположение:</b> зависимый, 1 – сзади		

## Тяговая характеристика трактора ДТ-75М на стерне озимой пшеницы

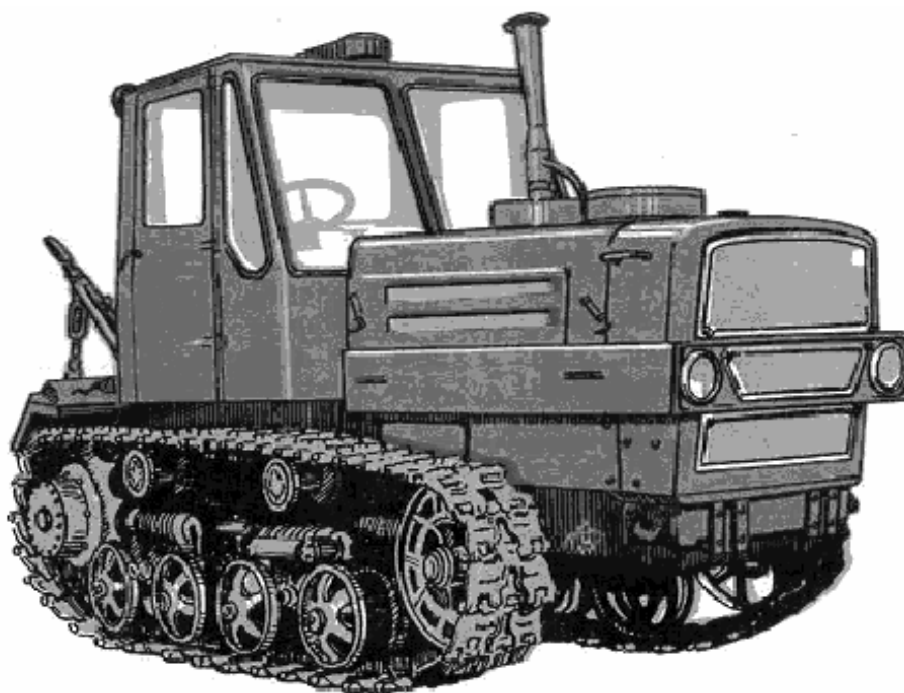
Масса трактора, кг	6460		
Характеристика фона на глубине:	5 см	10 см	15 см
– влажность, %	19,7	23,2	23,8
– твердость, кг/см <sup>2</sup>	3,8	5,4	8,2



## Регуляторная характеристика трактора ДТ-75М



## Приложение 7 Трактор Т-150

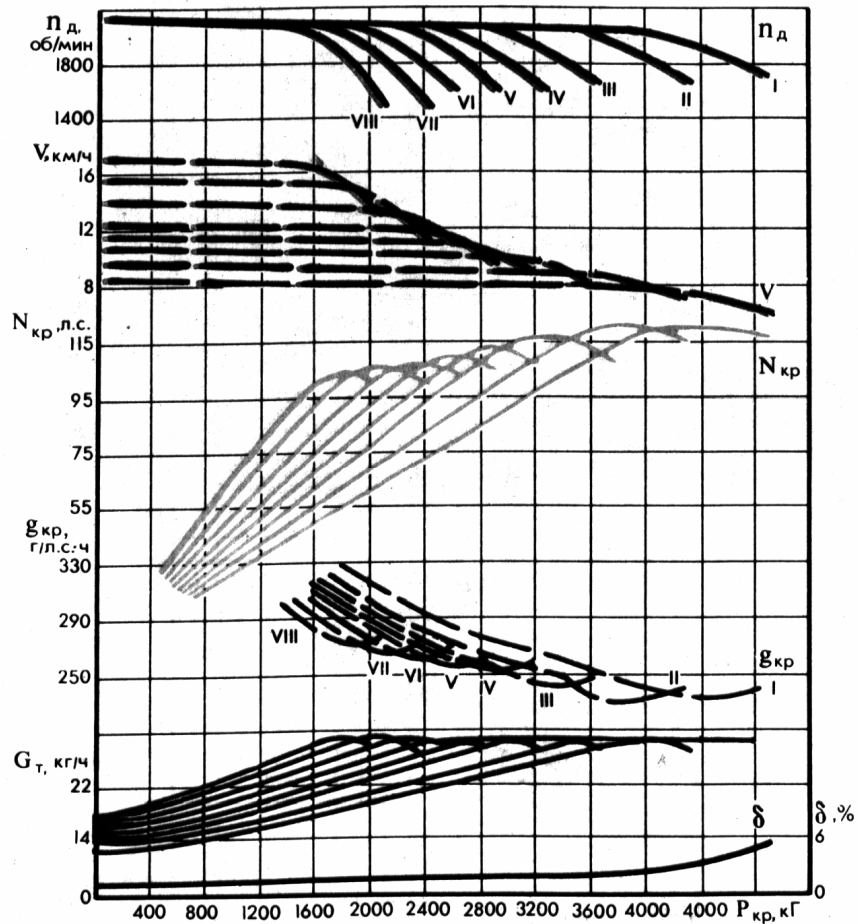


### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

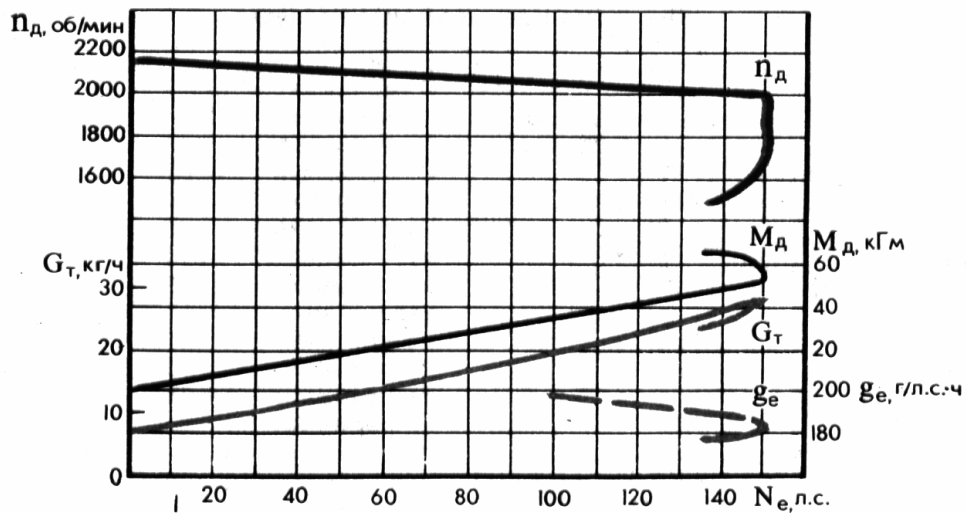
<b>Тип:</b> общего назначения, тягового класса 3				
<b>Марка и тип двигателя:</b> СМД-60, 4-тактный дизель с турбонаддувом, жидкостного охлаждения				
<b>Габариты, мм:</b>	– длина	4750	<b>Скорости движения расчетные, км/ч:</b>	
	– ширина	1850	– передний ход:	без ходоуменьш. с ходоуменьш.
– высота (воздухоохладителем)	2895		I передача	7,65 2,68
<b>База, мм</b>	1800		II передача	8,62 3,03
<b>Колея, мм</b>	1435		III передача	9,72 3,41
<b>Дорожный просвет при погруженных почвозацепках, мм</b>	300		IV передача	10,62 3,73
			V передача	11,44
<b>Масса конструктивная, кг</b>	6975		VI передача	12,91
<b>Несущая система</b>	рамная		VII передача	14,54
<b>Шаг звена и ширина гусеницы, мм</b>	170; 390		VIII передача	15,89
			– задний ход:	
<b>Удельное давление на почву, кГ/см<sup>2</sup></b>	0,46		I передача	4,37
			II передача	4,93
			III передача	5,55
			IV передача	6,07
<b>Привод вала отбора мощности и его расположение:</b> независимый, 2-скоростной, 1 – сзади				

## Тяговая характеристика трактора Т-150 на стерне озимой пшеницы

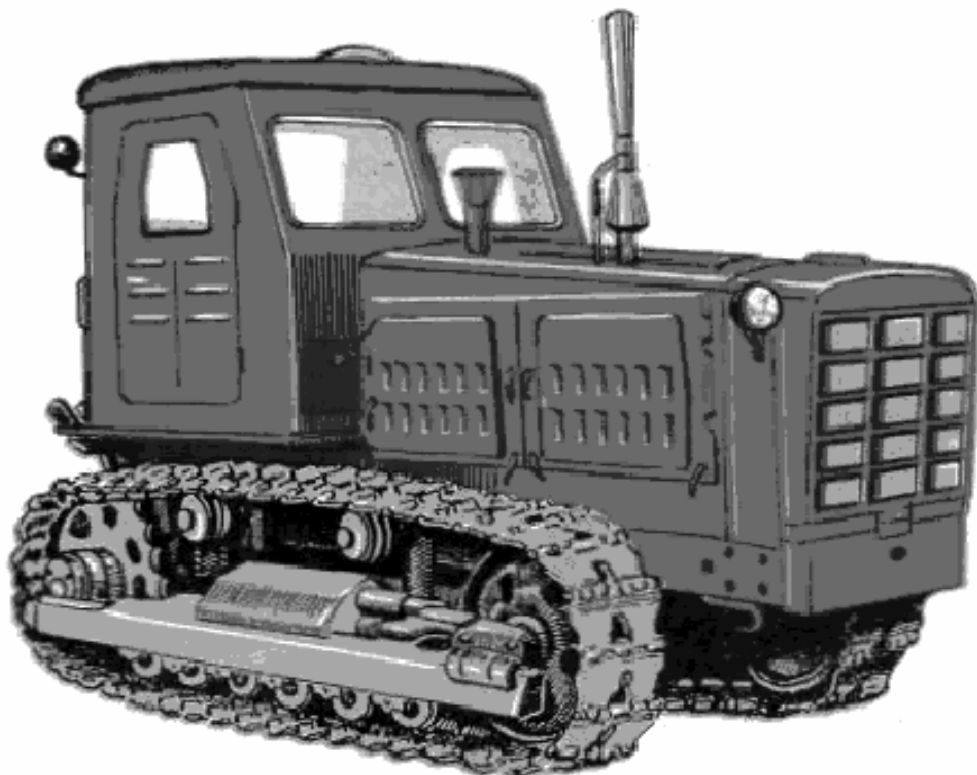
Масса трактора, кг	7660		
Характеристика фона на глубине:	5 см	10 см	15 см
– влажность, %	19,7	23,2	23,8
– твердость, кг/см <sup>2</sup>	3,8	4,5	8,2



## Регуляторная характеристика трактора Т-150



## Приложение 8 Трактор Т-4А



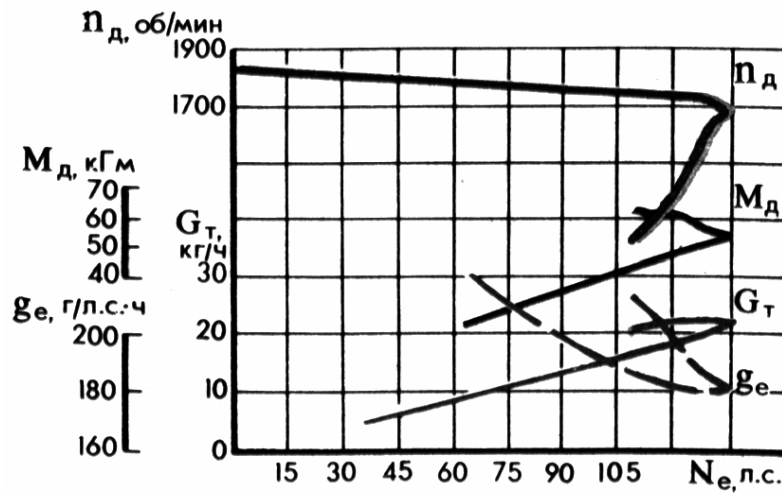
### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

<b>Тип:</b> общего назначения, тягового класса 4				
<b>Марка и тип двигателя:</b> А-01М, 4-тактный, дизель с неразделенной камерой сгорания, непосредственным впрыском топлива, жидкостного охлаждения				
<b>Габариты, мм:</b>	– длина	4505	<b>Скорости движения расчетные, км/ч:</b>	
	– ширина	1952		– передний ход:
	– высота	2574		I передача
<b>База, мм</b>		2462	II передача	4,03
<b>Колея, мм</b>		1384	III передача	4,66
<b>Дорожный просвет при погруженных почвозацепах, мм</b>		330	IV передача	5,20
			V передача	6,35
<b>Масса конструктивная, кг</b>		7960	VI передача	7,37
<b>Несущая система</b>		рамная	VII передача	8,53
<b>Шаг звена и ширина гусеницы, мм</b>		175; 420	VIII передача	9,52
			– задний ход:	
<b>Удельное давление на почву, кг/см<sup>2</sup></b>		0,40	I передача	4,69
			II передача	5,45
<b>Привод вала отбора мощности и его расположение:</b> зависимый, 1 – сзади			III передача	6,31
			IV передача	7,04

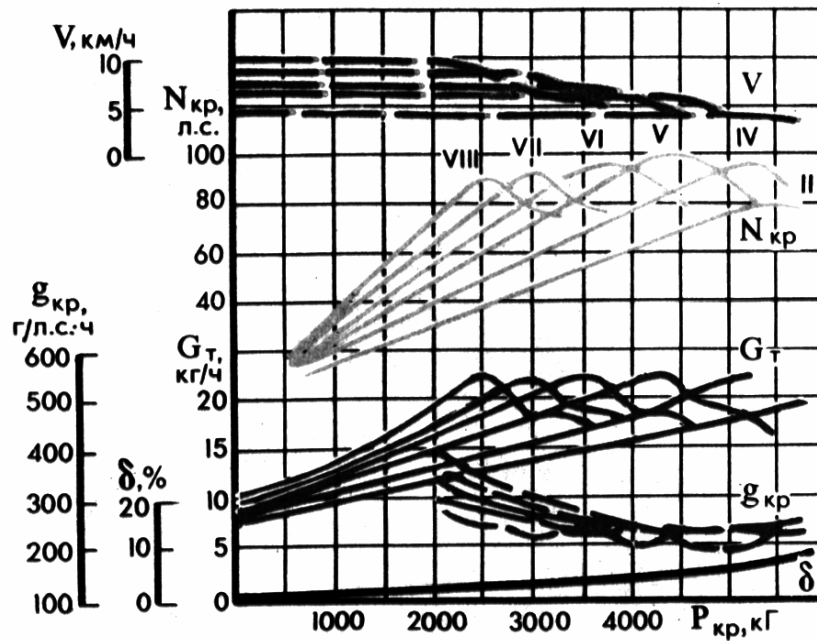


## Регуляторная характеристика двигателя А-01М трактора Т-4А

Температура окружающего воздуха	6 °С
Барометрическое давление	741 мм рт. ст.
Относительная влажность воздуха	62 %
Номинальная мощность, л. с.	135
Показатели при номинальной мощности	
Частота вращения, об/мин	1700
Крутящий момент, кГ · м	56,9
Часовой расход топлива, кг/ч	24,7
Удельный расход топлива, г/л. с. · ч	183



## Тяговая характеристика двигателя А-01М трактора Т-4А



## Приложение 9 Трактор "Кировец" К-700

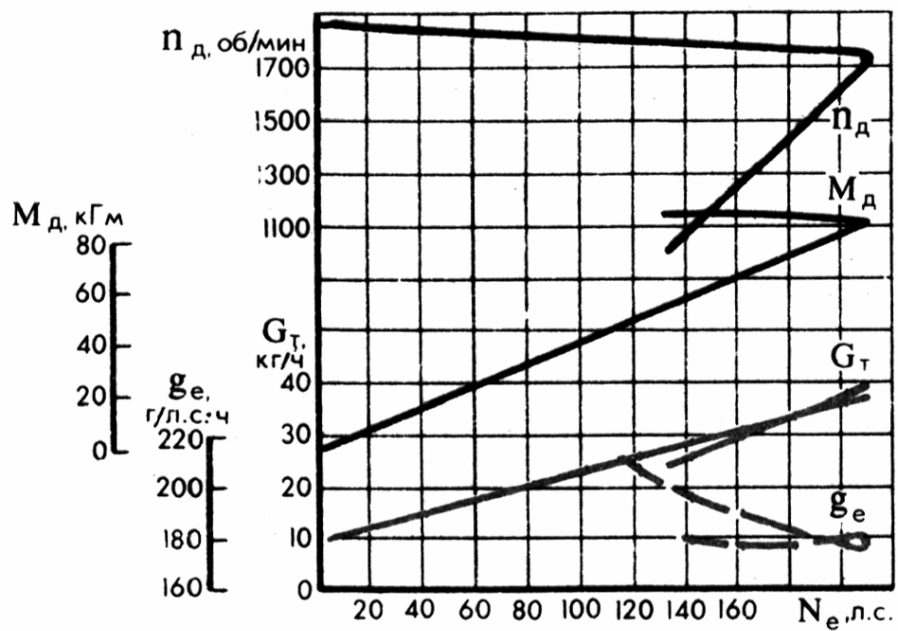


### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

<b>Тип:</b> общего назначения, повышенной проходимости, тягового класса 5					
<b>Габариты, мм:</b>	– длина	7235	<b>Скорости движения расчетные, км/ч:</b>		
	– ширина	2530	– передний ход:	– задний ход:	
	– высота	3225	I режим		
			I передача	2,9	5,1
<b>База, мм</b>	3050		II передача	3,6	6,2
<b>Колея, мм</b>	1910		III передача	4,3	7,5
<b>Дорожный просвет на твердом грунте, мм</b>	340		IV передача	5,2	9,1
		II режим			
<b>Масса конструктивная, кг</b>	11000		I передача	5,7	16,3
<b>Шаг звена и ширина гусеницы, мм</b>	170; 390		II передача	6,9	19,8
<b>Удельное давление на почву, кг/см<sup>2</sup></b>	0,46		III передача	8,3	23,9
<b>Размеры шин</b>	23,1/18–26		IV передача	10,0	28,7
<b>Привод вала отбора мощности и его расположение:</b> независимый, сзади			III режим		
			I передача	9,3	
			II передача	11,3	
			III передача	13,6	
<b>Несущая система:</b> шарнирно-сочлененная рама			IV передача	16,4	
			IV режим		
<b>Марка и тип двигателя:</b> ЯМЗ-238НБ, 4-тактный, V-образный дизель с турбонаддувом, жидкостного охлаждения			I передача	18,0	
			II передача	21,9	
			III передача	26,4	
			IV передача	31,7	

## Регуляторная характеристика двигателя ЯМЗ-238НБ трактора К-700

Температура окружающего воздуха	31 °С
Барометрическое давление	763 мм рт. ст.
Относительная влажность воздуха	61 %
Номинальная мощность, л. с.	209
Показатели при номинальной мощности	
Частота вращения, об/мин	1743
Крутящий момент, кГ · м	85,8
Часовой расход топлива, кг/ч	36,4
Удельный расход топлива, г/л. с. · ч	174



## Приложение 10 Трактор Т-130

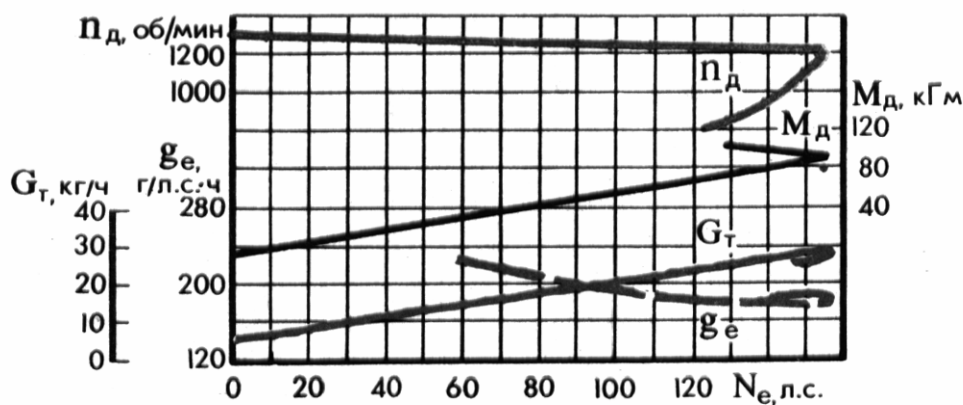


### ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

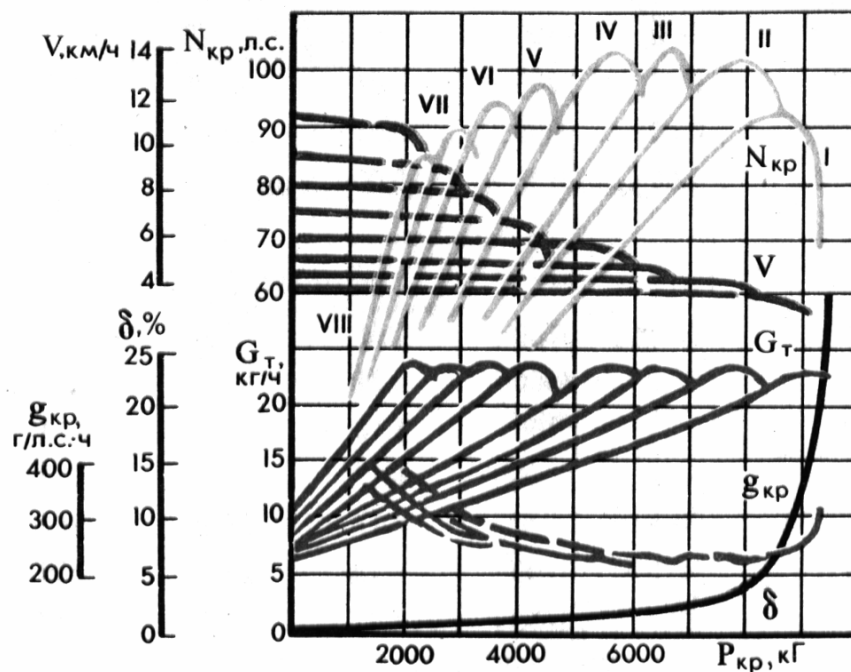
<b>Тип:</b> гусеничный, общего назначения, тягового класса 6				
<b>Марка и тип двигателя:</b> Д-130, 4-тактный дизель с турбонаддувом и непосредственным впрыском топлива, жидкостного охлаждения				
<b>Габариты, мм:</b> – длина – ширина – высота	4393	<b>Скорости движения расчетные, км/ч:</b>		
	2475		– передний ход:	– задний ход:
	2760	I передача	3,22	3,11
		II передача	3,84	4,30
<b>База, мм</b>	2478	III передача	4,46	6,25
<b>Колея, мм</b>	1880	IV передача	5,32	8,63
<b>Дорожный просвет при погруженных почвозацепах, мм</b>	407	V передача	6,48	
		VI передача	7,75	
<b>Масса конструктивная, кг</b>	11500	VII передача	8,96	
		VIII передача	10,65	

## Регуляторная характеристика двигателя Д-160 трактора Т-130

Температура окружающего воздуха	18 °С
Барометрическое давление	756 мм рт. ст.
Относительная влажность воздуха	56 %
Номинальная мощность, л. с.	158
Показатели при номинальной мощности	
Частота вращения, об/мин	1248
Крутящий момент, кГ · м	90,67
Часовой расход топлива, кг/ч	28,75
Удельный расход топлива, г/л. с. · ч	182



## Тяговая характеристика двигателя Д-160 трактора Т-130



# ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
Глава 1. ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН И АГРЕГАТОВ .....	4
1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	4
1.2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....	4
1.3. КРАТКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ.....	5
1.4. ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ И КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИН И ОРУДИЙ ДЛЯ ОСНОВНОЙ И ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ .....	13
Лабораторная работа № 1. КОМПЛЕКТОВАНИЕ СОСТАВОВ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ .....	15
Задания.....	15
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА И РАСЧЕТЫ.....	16
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ .....	17
Природно-климатические факторы.....	18
Конструктивные факторы .....	19
Эксплуатационные факторы .....	20
<i>Выбор трактора по эксплуатационным характеристикам .....</i>	<i>20</i>
<i>Расчет машинно-тракторного агрегата .....</i>	<i>20</i>
<i>Выбор сельскохозяйственных машин .....</i>	<i>25</i>
<i>Выработка и производительность.....</i>	<i>32</i>
<i>Расчет и показатель расхода топлива .....</i>	<i>36</i>
<i>Затраты труда. Энергозатраты .....</i>	<i>40</i>
Агротехнологические факторы.....	42
СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА.....	42
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	43
Глава 2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ .....	44
2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....	44
Лабораторная работа № 2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....	53
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА И РАСЧЕТЫ.....	54
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ .....	54
Эксплуатационные показатели и расчет транспортных средств .....	54
Производительность транспортных средств.....	57
Построение плана-графика движения транспорта .....	58
Расход горюче-смазочных материалов.....	59
СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА.....	62
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	63

Глава 3. ТЕХНОЛОГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА .....	64
3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....	64
3.2. ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН...	64
3.2.1. Деформации, трещины, поломки деталей .....	66
3.2.2. Изнашивание .....	69
<i>Изнашивание деталей машин при их относительном перемещении..</i>	<i>70</i>
<i>Абразивное изнашивание .....</i>	<i>73</i>
<i>Изнашивание под воздействием жидкостей, паров и газов.....</i>	<i>74</i>
3.2.3. Кавитация .....	74
3.2.4. Коррозия.....	76
3.2.5. Перегрев и прогорание .....	78
3.2.6. Биологические повреждения.....	78
3.2.7. Отрицательные воздействия человека .....	79
3.3. ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН .....	80
3.4. ПРИЕМКА МАШИН.....	85
3.5. ОБКАТКА МАШИН .....	85
3.6. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТРАКТОРОВ .....	86
3.7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН .....	88
3.8. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ.....	89
3.9. ПЕРИОДИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ.....	89
3.10. ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ (ТР).....	93
3.11. КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ (КР) .....	93
Лабораторная работа № 3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА .....	94
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА И РАСЧЕТЫ.....	94
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ .....	95
Планирование технического обслуживания .....	95
Индивидуальный метод планирования ТО .....	96
Планирование технического обслуживания на ЭВМ.....	100
СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА.....	100
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	101
Глава 4. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР .....	102
4.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....	102
4.2. ПРЕДШЕСТВЕННИКИ, ОСНОВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ И ВНЕСЕНИЕ УДОБРЕНИЙ	103
4.3. ПОСАДКА КАРТОФЕЛЯ И УХОД ЗА НИМ.....	106
4.3.1. Посадка.....	106
4.3.2. Агротехнические требования.....	106
4.3.3. Виды агрегатов и подготовка их к работе .....	107
4.4. ТЕХНОЛОГИЯ УБОРКИ И ПЕРЕВОЗКИ КАРТОФЕЛЯ .....	109
4.4.1. Уборка .....	109
4.4.2. Перевозка .....	112

Лабораторная работа № 4. БИЗНЕС-ПЛАН СОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР .....	115
СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ .....	115
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА И РАСЧЕТЫ.....	116
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ .....	117
Расчет затраченных средств и эффективность труда при производстве сельскохозяйственной продукции .....	118
СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА.....	123
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	123
 ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	 125
 БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	 126
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	126
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	126
 Приложение 1. САМОХОДНОЕ ШАССИ Т-16М.....	 129
Приложение 2. ТРАКТОР Т-25А.....	131
Приложение 3. ТРАКТОР Т-40А.....	134
Приложение 4. ТРАКТОР “БЕЛАРУСЬ МТЗ-82” .....	136
Приложение 5. ТРАКТОР Т-150К .....	138
Приложение 6. ТРАКТОР ДТ-75М .....	140
Приложение 7. ТРАКТОР Т-150.....	142
Приложение 8. ТРАКТОР Т-4А.....	144
Приложение 9. ТРАКТОР “КИРОВЕЦ” К-700 .....	146
Приложение 10. ТРАКТОР Т-130.....	148



*Учебное издание*

**Л. А. Попов**

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА  
В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

Учебное пособие (лабораторный практикум)  
по дисциплине “Эксплуатация машинно-тракторного парка”  
для студентов направления 560800 “Агроинженерия”  
по специальностям 311300 “Механизация сельского хозяйства”,  
311400 “Электрификация и автоматизация сельского хозяйства”  
всех форм обучения

Оригинал-макет подготовлен в редакционно-издательском отделе СЛИ  
по электронной версии рукописи, предоставленной автором.

Редактор, компьютерная верстка – *С. В. Сердитова*  
Корректор – *В. Н. Столышко*

Редакционно-издательский отдел СЛИ СПбГЛТА.  
Подписано в печать 03.11.04. Бумага офсетная. Формат 60 × 90 1/16. Печать офсетная.  
Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 9,5. Уч.-изд. л. 6,9. Тираж 100. Заказ № .

Сыктывкарский лесной институт (СЛИ)  
167982, г. Сыктывкар, ул. Ленина, 39.  
E-mail: [institut@sfi.komi.com](mailto:institut@sfi.komi.com)  
[www.sli.komi.com](http://www.sli.komi.com)

Отпечатано в типографии СЛИ  
167982, г. Сыктывкар, ул. Ленина, 39.