

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Диагностика и техническое обслуживание машин

**Направление подготовки (специальность) 35.03.06 «Агроинженерия»**

**Профиль образовательной программы Технический сервис в АПК**

**Форма обучения заочная**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1. Конспект лекций .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Лекция № 1 Производственные процессы и эксплуатационные свойства рабочих машин.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Лекция № 1 Эксплуатационные показатели машин и агрегатов.....</b>	<b>9</b>
<b>1.3 Лекция № 1 Производительность агрегатов .....</b>	<b>23</b>
<b>1.4 Лекция № 2 Планово-предупредительная система технического обслуживания машин.....</b>	<b>29</b>
<b>1.5 Лекция № 3 Техническое диагностирование машин.....</b>	<b>41</b>
<b>1.6 Лекция № 3 Производственная база технического обслуживания и диагностирования машин в сельском хозяйстве .....</b>	<b>51</b>
<b>1.7 Лекция № 3 Планирование работы и анализ использования машинно-тракторного парка .....</b>	<b>61</b>
<b>2. Методические указания по выполнению лабораторных работ .....</b>	<b>71</b>

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1.1 Лекция № 1 (0,5 часа).

**Тема: «Производственные процессы и эксплуатационные свойства рабочих машин»**

### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Задачи механизации с.-х. производства в условиях рыночных форм.
2. Основы машиноиспользования. Понятия и определения.
3. Эксплуатационные свойства машинно-тракторных агрегатов.
  - 3.1. Агротехнические свойства рабочих машин;
  - 3.2. Энергетические свойства рабочих машин;
    - 3.2.1. Сопротивление машин;
    - 3.2.2. Стохастический характер сопротивления машин;
    - 3.2.3. Сопротивление плуга и плоскореза-глубококорыхлителя;
    - 3.2.4. Общее уравнение сопротивления машин. КПД с.-х. машин;
    - 3.2.5. Факторы влияющие на сопротивление машин.
  - 3.3. Эксплуатационные свойства МТА.
  - 3.4. Тяговое сопротивление рабочей части агрегата
4. Характеристика производственных процессов. Условия и особенности использования машин в сельскохозяйственном производстве

### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Задачи механизации сельского хозяйства в условиях рыночных форм

Основная задача с/х производства – обеспечивать население высококачественными продуктами питания, а перерабатывающую промышленность – соответствующими видами сырья.

Важной составной частью материальной базы для успешного решения актуальной задачи являются машинно-тракторные агрегаты (МТА), отдельные технологические комплексы для выполнения сложных технологических процессов и весь машинно-тракторный парк (МТП) хозяйств, включая крестьянские (фермерские) хозяйства, ассоциации, акционерные общества и т.д.

От эффективности использования отдельных агрегатов, так и всего МТП непосредственно зависят количество и качество производимой с/х продукции, затраты соответствующих ресурсов и в конечном итоге экономическое благополучие всего хозяйства.

Т.Е. Реализация основных задач механизации сельского хозяйства тесно связана с решением проблемы высокоэффективного использования техники и организации технической эксплуатации машин.

### 2. Основы машиноиспользования. Понятия определения

В основе машиноиспользования заложена инженерная наука – эксплуатация МТП. Эксплуатация – это стадия жизненного цикла машин, на которой реализуется (используется, поддерживается и восстанавливается) её качество.

[Стадии жизненного цикла машин состоит из следующих элементов: исследование и разработка изделия, изготовление, обращение, эксплуатация и утилизация].

Эксплуатация МТП – система мероприятий по реализации потребительских качеств машин.

ЭМТП как научная дисциплина охватывает широкий круг разных, но взаимосвязанных вопросов, посвящённых обоснованию и внедрению в производство научных методов и приёмов:

1. Рационального комплектования и использования МТА при выполнении различных производственных операций (технологических, транспортных, подготовительных и вспомогательных);

2. Эффективного технического обслуживания;

3. Оптимального проектирования, планирования и управления МТП разных сельскохозяйственных подразделений (ООО, ОАО отделений, бригад).

Эксплуатация МТП включает:

1. Производственную эксплуатацию – это система технических, технологических и организационных мероприятий по выполнению механизированных с/х работ.

2. Техническую эксплуатацию или техническое обеспечение производственной эксплуатации МТП – это совокупность технических мероприятий по поддержанию машин в работоспособном состоянии. Техническое обеспечение включает: приёмку, транспортировку и обкатку машин, профилактическое техническое обслуживание, хранение, заправку, эксплуатационный ремонт (в поле), а также снабжение материалами и запасными частями.

Технический сервис – это комплекс услуг по обеспечению потребителей техническими средствами, эффективному использованию и поддержанию их в исправном состоянии в течении всего периода эксплуатации.

Услуга – это работа (действие, деятельности или мероприятия) по удовлетворению нужд физического или юридического лица (потребителя, клиента, заказчика, пользователя)

Альтернатива услуге – «самообслуживание», выполнение работ собственными силами и средствами владельца.

3. Эксплуатационные свойства машинно-тракторных агрегатов

3.1. Агротехнические свойства

Агротехнические свойства – характеризуют качество выполнения технических процессов.

Различают 3 группы агротехнических показателей:

1. Первая группа – характеризует технологические возможности машины (предельные или рекомендуемые показатели фона поверхности поля, режимов работы, влажность, засорённость, твёрдость почвы, полежность и т.д.

2. Вторая группа – оценивает качество работы машин (в благоприятных условиях).

Для почвообрабатывающих – глубина обработки, выравненность и т.д.

Для посевных, посадочных – распределение семян по глубине и площади, величина простоя почвы между семенами и удобрением.

Для уборочных машин – потери, дробление, засорённость зерна и т.д.

3. Третья группа – определяет устойчивость протекания технологического процесса при различных внешних условиях (например подбор массы зерновых при различной влажности комбайнами СК и СКД).

3.2. Энергетические свойства рабочих машин

3.2.1. Сопротивление машин

Основными показателями энергетических свойств являются тяговое сопротивление машин, которое возникает при их передвижении, а также потребляемая мощность ( $R$ , н, кН,  $N$ , кВт)

- в рабочем положении машины –  $R_p$ ,  $N_p$ ;

- в холостом положении –  $R_x$ ,  $N_x$ ;

- в транспорте –  $R_{тр}$ ,  $N_{тр}$ ;

Различают общее тяговое сопротивление (полное) и удельное.

1. Удельное тяговое сопротивление – сопротивление единицы ширины захвата машин.

$$K = \frac{R_m}{B}, (H/m)$$

2. Удельное сопротивление – сопротивление единицы площади поперечного сечения обрабатываемого пласта.

$$K_o = \frac{R_m}{B * a}, (H/m^2)$$

3. Для машин, сопротивление которых пропорционально их весу  $G_m$  удельное сопротивление равно коэффициенту перекачивания  $f_m$ .

$$K_f = \frac{R_m}{G_m} = f_m$$

4. Для машин, рабочие органы которых приводятся от ВОМ.

Удельное сопротивление рассчитывается по мощности  $N_m$ , затрачиваемой на привод, отнесённой на 1 м ширины захвата при данной скорости  $V_m$  (это условие удельного тягового сопротивления).

$$K_y = \frac{N_m}{B * V_m}, H/m$$

### 3.2.2. Общее уравнение сопротивления машин

Исходя из удельного сопротивления, которое определяют экспериментальным путём, определяют полное тяговое сопротивление машин (кроме плуга и КПП):

$$R_m = k * B, H \text{ или } kH$$

В общем виде уравнение сопротивления машины представляет следующее:

$$R_m = R_f + R_{\text{деф}} + R_{\text{тр.м}} + R_{\text{отб}} + R_{\text{пхк}} + R_{\text{вом}} \pm R_{\text{под}} \pm R_{\text{возд}} \pm R_j, (H),$$

где  $R_f$  – сопротивление на перекачивание машин;

$R_{\text{деф}}$  – сопротивление на деформацию обрабатываемого материала;

$R_{\text{тр.м.}}$  – сопротивление на трение обработанного материала о рабочую поверхность;

$R_{\text{отб}}$  – сопротивление на отбрасывание материала в сторону;

$R_{\text{пхк}}$  – потери в приводе рабочего органа от ходового колеса;

$R_{\text{вом}}$  – потери в приводе рабочего органа от ВОМ;

$R_{\text{под}}$  – сопротивление на подъём по неровностям поля;

$R_{\text{возд}}$  – сопротивление воздушной среды;

$R_j$  – сопротивление на преодоление сил инерции при переменной скорости движения.

Аналогично составляется и общее уравнение потребной мощности для преодоления сил сопротивления машин:

$$N_m = N_{\text{кр}} + N_{\text{вом}} = N_f + N_{\text{деф}} + N_{\text{тр.м}} + N_{\text{отб}} + N_{\text{пхк}} + N_{\text{вом}} \pm N_{\text{под}} \pm N_{\text{возд}} \pm N_j, \text{ кВт}$$

### 3.2.3. Сопротивление плуга и КПП

Академик В.П. Горячкин предложил учитывать для плуга и КПП только четыре составляющих формулы (1), т.к. все остальные члены или не имеют места вообще (равны нулю) или близко к нулю ( $R_j$ ,  $R_{\text{возд}}$  и т.д.). Кроме того он объединил 2 и 3 члены, после чего формула выглядит:

$$R_m = R_1 + R_2 + R_3,$$

где  $R_1 = G_{\text{пл}} * f$  – сопротивление на протаскивание плуга

$f$  – коэффициент протаскивания,  $f=0,15 \dots 0,40$ ;

$R_2 = a * b * n * K_{\text{п}}$  – сопротивление деформируемой и перемещаемой

по лемеху и отвалу почвы,

где  $a$  – глубина обработки почвы, м;

$b$  – ширина захвата рабочего органа, м;

$n$  – количество рабочих органов;

$K_{\text{п}}$  – удельное сопротивление плуга.

$R_3 = \xi * a * b * V_{\text{м}}^2$  – сопротивление при перемещении и отбрасывании пластов,

где  $V_{\text{м}}$  – скорость движения машины (агрегата);

$\xi$  – коэффициент учитывающий форму отвала и скорость движения агрегата;

$\xi = 150 \dots 200 \text{ кг/м}^3$ .

#### 3.2.4. Факторы, влияющие на сопротивление машин

Подразделяются на 3 типа:

1. Природно-климатические: тип почвы, состояние почвы (влажность твёрдость, механический состав) состояние и свойства обрабатываемого материала, метеорологические условия.
2. Конструктивные факторы: тип, форма, число рабочих органов, материал из которого изготовлен рабочий орган, технологии обработки поверхности, масса машины, тип ходового и опорного аппарата.
3. Эксплуатационные факторы: техническое состояние машин (степень износа, правильность регулировок, смазка узлов); эксплуатационный режим работы (скорость движения, глубина обработки).

#### 3.3 Эксплуатационные свойства МТА

1. Агротехнические – обуславливает качество выполнения технологических операций (допустимые потери зерна, отклонение от заданной глубины пахоты и т.д.).
2. Энергетические свойства – заключаются в их способностях потреблять механическую энергию (сопротивление машин, мощность трактора).
3. Маневровые свойства – поворотливости, проходимость, устойчивость движения, приспособляемость к транспортированию
4. Технические свойства – определяют надёжность агрегатов (долговечность, ремонтпригодность, безотказность, сохраняемость), технические показатели: масса, форма, габариты.
5. Эргономические свойства – определяют санитарно-физиологические условия труда, удобства обслуживания, безопасность труда, эстетические показатели.
6. Технико-экономические – характеризуется производительностью, необходимыми затратами труда, денежными средствами, расходом топлива, материалоемкостью, энергоёмкостью и др.
7. Экологические – характеризуются возможностью охраны природы.

#### 3.4 Тяговое сопротивление рабочей части агрегата

Сельскохозяйственный агрегат включает: несколько однотипных машин; несколько разнотипных машин (по технологическому назначению) машин; сцепку; дополнительные приспособления: маркеры, указатели, загортачи т.д.

Общее сопротивление агрегата или сопротивление рабочей части агрегата можно представить в виде:

$$R_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n R_{i_i} + R_{\text{доп}} + R_{\text{агр}} \pm R_{\alpha} \pm R_w \pm R_j$$

где  $\sum_{i=1}^n R_{i_i}$  - суммарное сопротивление i-х однотипных машин, количество которых в агрегате n

$R_{\text{сц}} = G_{\text{сц}} * f_{\text{сц}}$  – сопротивление сцепки;

$R_{\text{доп}}$  – сопротивление дополнительных элементов агрегата (для маркера расчёт как для дискового луцильника).

$R_{\alpha} = G_M * \sin \alpha + G_{\text{сц}} * \sin \alpha = (G_M + G_{\text{сц}}) * \sin \alpha$  - сопротивление подъёму машин и сцепки;

где  $\alpha$  - угол подъёма на местности.

$R_w = F_{\text{пс}}^a * f_B$  – сопротивление воздуха

где  $F_{\text{пс}}^a$  – площадь поперечного сечения агрегата;

$f_B$  – удельное сопротивление среды.

$R_j = (m_M + m_{\text{сц}}) * j$  – силы энергии

где  $m$  – приведённая масса рабочих машин и сцепки;

$j$  – ускорение при неравномерном движении.

4. Характеристика производственных процессов. Условия и особенности использования машин в сельскохозяйственном производстве.

Передовые технологии производства растениеводческой продукции предусматривают выполнение определенного количества производственных или технологических процессов: по обработке почвы; посеву семян; уходу за растениями; уборке и послеуборочной обработке урожая. Каждый технологический процесс при этом складывается из основной и вспомогательных операций.

Основная операция связана с изменением положения и состояния обрабатываемого материала, а вспомогательные операции обеспечивают качественное выполнение основной операции. Например, при вспашке основная операция связана с оборотом и крошением пласта, а вспомогательными операциями являются комплектование агрегата, разбивка поля на загоны и др. Прежде всего каждая работа по производству растениеводческой продукции должна быть выполнена в оптимальные (наилучшие) календарные сроки, отклонение от которых ведет к количественным и качественным потерям урожая.

Сельскохозяйственные производственные процессы выполняют в непрерывно изменяющихся почвенно-климатических условиях.

Полевые работы выполняются мобильными машинами и агрегатами при активном воздействии больших масс техники и людей на окружающую среду (почву, воду, атмосферу, растения). Поэтому необходимо соблюдение требований охраны труда и окружающей природы.

Для каждого технологического процесса основными показателями являются: качественные, энергетические, экономические.

Качественные показатели определяются агротехническими требованиями (глубина обработки почвы, норма высева семян, глубина заделки семян и др.).

Энергетические показатели характеризуют расход энергии и топлива на единицу объема выполненной работы.

Экономические показатели — производительность, затраты труда и денежных средств, расход эксплуатационных материалов и др.

Все перечисленные качественные, энергетические и экономические показатели каждого производственного процесса должны отвечать современным требованиям рыночной экономики.

Условия использования отдельных машин и МТА в каждом хозяйстве зависят от природно-климатических особенностей, а также от свойств обрабатываемых технологических материалов и культурных растений. Под природно-климатическими особенностями подразумевают: площади и конфигурацию обрабатываемых полей; угол склона; наличие природных препятствий, включая овраги, леса, кустарники и т.д.; температуру и влажность воздуха; направление и силу ветра; количество осадков; календарные сроки выполнения работ и др., а под обрабатываемыми технологическими материалами — почву, семена, удобрения, различные средства защиты растений и др. Каждый из указанных обрабатываемых материалов характеризуется целым рядом свойств, оказывающих существенное влияние на работу машин и агрегатов. Например, показатели работы почвообрабатывающих машин и агрегатов существенно зависят от влажности почвы, твердости и плотности, каменистости и т. д.

Значительное влияние на работу машин и агрегатов оказывают такие свойства обрабатываемых культурных растений, как густота и высота, ширина междурядий; влажность, сроки выполнения работ и др.

Работа машин и агрегатов усложняется еще и тем, что указанные факторы не остаются постоянными, а изменяются в широких пределах случайным (вероятностным) образом как в течение года, так и вегетационного периода и даже рабочего дня. В результате чаще нарушаются регулировки, происходит коррозия деталей, ослабевают крепления.

Исходя из этого, одной из важнейших задач инженерно-технических работников сельского хозяйства является умение оперативно обосновывать рекомендации по эффективному использованию машин и агрегатов в соответствии с изменяющимися условиями работы. Далее рассмотрены современные методы разработки таких рекомендаций.

Кратко можно отметить, что производственные процессы могут быть:

Технологические — для изменения состояния обрабатываемого материала.

Транспортные — для перемещения материала без изменения его состояния, перевозки технических средств, рабочей силы и готовой продукции.

Вспомогательные — подготовка полей, машин, погрузочно-разгрузочные работы, составление агрегатов.

Особенность производственных процессов в сельском хозяйстве (в сравнении с промышленностью) это:

- значительная пространственная протяженность;
- основные технологические процессы выполняются в движении, а потому основные машины в полеводстве должны быть мобильными, что усложняет конструкцию, снижает их надежность и долговечность;
- сезонность выполнения работ — процессы выполняются в определенные сроки, связанные с фазами развития растений;
- неустойчивость погодных условий и влияние на выполнение сельхозопераций;
- обрабатываемые СХМ материалы подвержены непрерывным изменениям (почва под воздействием естественной осадки, солнца, ветра, дождей, растения - биологическое изменение и т. д.).



## 1.2 Лекция № 1 (1 час).

### Тема «Эксплуатационные показатели машин и агрегатов»

#### 1.2.1 Вопросы лекции:

1. Уравнение движения агрегата.
2. Уравнение тягового баланса агрегата.
3. Анализ тягового баланса агрегата.
4. График тягового баланса.
5. Кинематика агрегата.
- 5.1. Кинематические характеристики рабочего участка, агрегата.
- 5.2. Способы движения агрегатов, их сравнение и выбор.
6. Комплектование агрегатов и управление эксплуатационными режимами их работы.

#### 1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Уравнение движения трактора

Движение и работа агрегата возможны только при определенном соотношении скорости движения, массы агрегата и сил, действующих на него.

Известно  $P=am$        $a=P/m$

Это соотношение записывается в виде уравнения движения агрегата в общем виде:

$$dV/dt = (P_d - \sum P)/m,$$

где  $P_d$  – движущая агрегат сила, Н;

$\sum P$  – сумма сил сопротивления движению, Н;

$m$  – приведенная масса агрегата, кг.

$m=m_1+m_2$  – приводится к поступательно-движущимся частям агрегата

$m_1$  – трактора;

$m_2$  – СХМ.

2. Уравнение тягового баланса агрегата и его анализ.

При установившемся движении (при равномерном прямолинейном движении) скорость постоянная, т.е.  $V = \text{const}$ , следовательно ускорение  $dV/dt = 0$ .

Тогда уравнение движения запишется в виде:

$$(P_d - \sum P)/m = 0.$$

Так как  $m \neq 0$ , следовательно

$$P_d - \sum P = 0.$$

Для составления тягового баланса агрегата рассмотрим схему сил, действующих на него (рисунок 1).

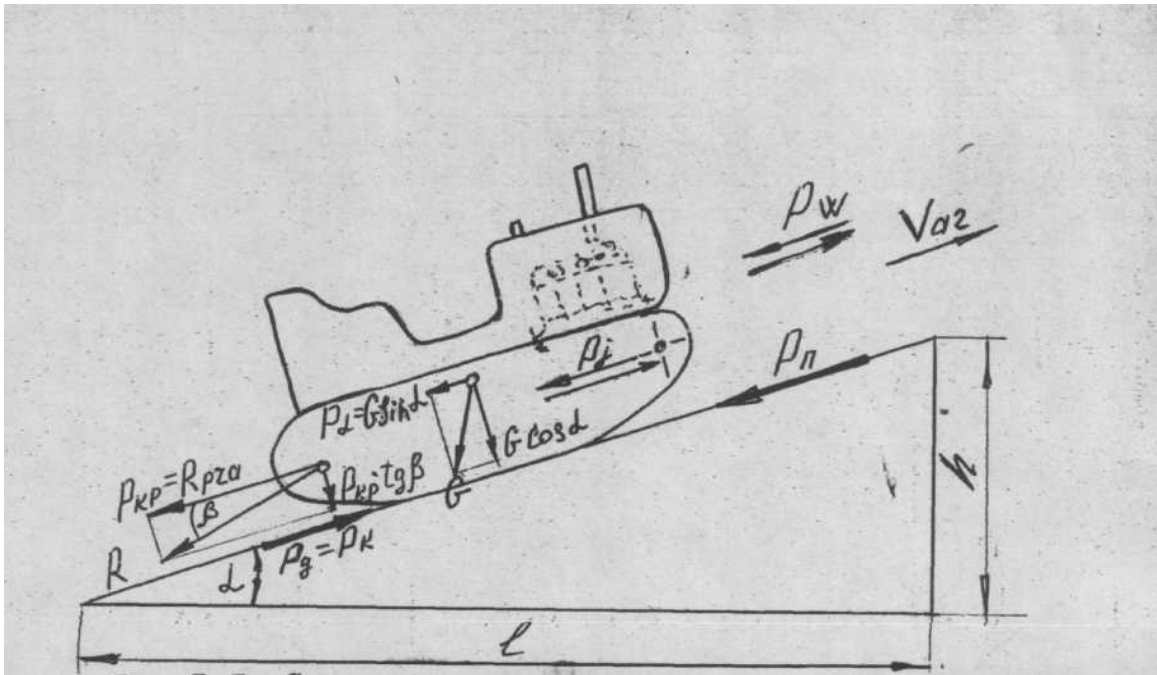


Рисунок 1 Схема сил, действующих на трактор, при его движении с агрегатом машин на подъем.

По линии движения агрегата действуют силы:

$P_d$  - движущая сила агрегата (касательная сила);

$R_{pra}$  - сила сопротивления рабочей части агрегата (машины, сцепки, маркеры и другие сопротивления);

$P_n$  - сопротивление движению (перемещению) трактора (в связи с деформацией почвы гусеницами, механическими потерями и т.п.);

$P_{\alpha}$  - «+», «-» сопротивление подъему (спуску) трактора;

$P_w$  - «+», «-» сопротивление воздушной среды;

$P_j$  - силы инерции (при ускоренном, неустановившемся движении).

В направлении перпендикулярном опорной плоскости или, что тоже, перпендикулярном направлению движения  $V$  в продольной вертикальной плоскости действуют силы:

$G \cos \alpha$  - составляющая силы веса трактора;

$R_{гус}$  или  $R_p$  и  $R_z$  - реакции почвы на гусеницы или колеса;

$R_{в.м} = R_{кр} \tan \beta = R_{pr} \tan \beta$  - составляющая (вертикальная) сил сопротивления рабочей части агрегата.

Из рисунка 1 и используя уравнение движения:

$$dV/dt = (P_d - \sum P)/m,$$

преобразованное в выражение :

$$P_d - \sum P = 0$$

можно записать уравнение сил, действующих на агрегат в продольной вертикальной плоскости:

$$P_d = R_{pra} + P_n \pm P_{\alpha} \pm P_w$$

заменив  $R_{pra}$  его значением:

$$P_d = R_m + R_{сц} + R_{доп} \pm P_{\alpha} \pm P_w + P_n \pm P_{\alpha} \pm P_w.$$

Это уравнение называют тяговым балансом агрегата (здесь  $P_{jm}$  и  $P_{jсц}$  не учтены ввиду установившегося движения, ввиду рассмотрения агрегата равновесной системой).

### 3. Анализ тягового баланса агрегата.

Рассмотрим тяговые свойства трактора, которые зависят в основном не только от параметров двигателя ( $N_e$ ,  $M$ ), трансмиссии трактора, ходовой части (движителей)

трактора, режимов его работы, но и от условий работы (движения): свойств и состояния почвы (грунта), уклона местности и т.д.

При расчете показателей тяговых свойств трактора целью является на основе составленного тягового баланса агрегата определить:

- касательную силу тяги трактора  $R_k$ ;
- наибольшую силу сцепления трактора с почвой  $P_c$ ;
- движущую силу  $R_d$ ;
- сопротивление передвижению трактора  $R_p$ ;
- сопротивление передвижению трактора на подъем  $R_\alpha$ ;
- рабочую скорость движения агрегата  $V_p$ ;
- тяговую мощность  $N$ ;
- тяговый КПД трактора.

#### 1.1 Номинальная касательная сила трактора

$$R_k = 9554 \cdot N_{\text{ен}} \cdot i \cdot \eta_m / r_k \cdot n_n = 10000 \cdot N_{\text{ен}} \cdot i \cdot \eta_m / r_k \cdot n_n$$

где  $N_{\text{ен}}$  – номинальная мощность двигателя, кВт;

$i$  – общее передаточное число трансмиссии трактора;

$\eta_m$  – механический КПД трансмиссии: для колесных тракторов;  $\eta_m = 0,91 \dots 0,92$ ; для гусеничных  $\eta_m = 0,86 \dots 0,88$ ;

$n_n$  – номинальная частота вращения коленвала двигателя, об/мин;

$r_k$  – радиус качения ведущего колеса (звездочки),

для колесного трактора на пневмошинах

$$r_{kk} = r_{\text{обод}} + h\lambda,$$

где  $r_{\text{обод}}$  – радиус обода колеса;

$h$  – высота шины равная ширине;

$\lambda$  – коэффициент усадки, для низкого давления  $\lambda = 0,75 \dots 0,80$ ;

для гусеничного трактора радиус начальной окружности звездочки.

#### 1.2 Номинальная сила сцепления.

$$P_c = \mu_n \cdot G_{\text{сц}},$$

где  $\mu_n$  – номинальный коэффициент сцепления ведущего механизма с почвой. Он выбирается из нормативных данных в зависимости от состояния поверхности поля, типа движителей;

$G_{\text{сц}}$  – вес агрегата приходящийся на ведущие колеса трактора, Н.

$$G_{\text{сц}} = (G_{\text{тр}} \rho' + G_{\text{м}} \rho'') \cos \alpha,$$

где  $G_{\text{тр}}$  – вес трактора;

$G_{\text{м}}$  – вес СХМ и сцепки;

$\rho'$  и  $\rho''$  – коэффициент, показывающий какая часть веса трактора и СХМ

приходится на ведущие колеса (для колесного с одной ведущей осью  $\rho' = 0,6 \dots 0,7$ ; с двумя осями и гусеничный –  $\rho' = 1$ );

$\alpha$  – угол подъема местности.

#### 1.3 Сила $R_d$ , движущая агрегат (движущая сила), определяется или касательной силой $R_k$ , или силой сцепления $P_c$ , смотря какая из них меньше, т.е. в том случае $R_k < P_c$ , то $R_d = R_k$ , $P_c < R_k$ , то $R_d = P_c$ .

#### 1.4 Сопротивление передвижению трактора $R_p$

$$R_p = f \cdot G_{\text{тр}}, \text{ Н,}$$

где  $f$  – коэффициент сопротивления передвижению трактора.

#### 1.5 Сопротивление передвижению трактора на подъем с углом $\alpha$

$$R_\alpha = G_{\text{тр}} \cdot \sin \alpha.$$

#### 1.6 Сопротивление окружающей среды

$$R_w = F_{\text{пст}} \cdot f_w$$

где  $F_{\text{пст}}$  – площадь поперечного сечения трактора

$f_w$  – удельное сопротивление воздуха

1.7 Сила тяги на крюке будет равна:

$$P_{кр} = P_d - P_{п} \pm P_{\alpha} \pm P_w$$

вообще-то  $\pm P_{\alpha}$ , но берем  $- P_{\alpha}$ , т.к. рассчитываем по худшему случаю.

Таблица 1 - Примерные значения коэффициента сцепления  $\mu_n$  ведущего механизма с почвой и коэффициента сопротивления движению  $f$  трактора.

Состояние поля или дороги	Коэффициент $\mu_n$		Коэффициент $f$	
	Колесные на пневмошинах	гусеничные	Колесные на пневмошинах	гусеничные
Залеж, плотная дернина, сухой грунт	0,6...0,7	1,0...1,2	0,03...0,05	0,05...0,07
Стерня	0,5...0,7	0,8...0,9	0,08...0,1	0,07...0,09
Вспаханное поле:- сухое - после дождя.	0,4...0,6	0,6...0,7	0,15...0,18	0,09...0,11
	0,2	0,4...0,5	0,17...0,20	0,12...0,17
Глубокая грязь при погружении только колес	0,1	0,4...0,5	0,25...0,30	0,1...0,25
Глубокий снег	-	-	0,23...0,3	0,09...0,22
Укатанная снежная дорога.	0,3	0,6...0,8	0,03	0,06

#### 4. График тягового баланса и его анализ.

По данным расчетов, т.е. по составляющим тягового баланса: 1) касательной силы  $P_k$ ; 2) силы сцепления  $P_c$ ; 4) сопротивление передвижения трактора  $P_{п}$ ; и 4) силы сопротивления на подъем  $P_{\alpha}$  построим график тягового баланса в зависимости от коэффициента сцепления движителей с почвой.

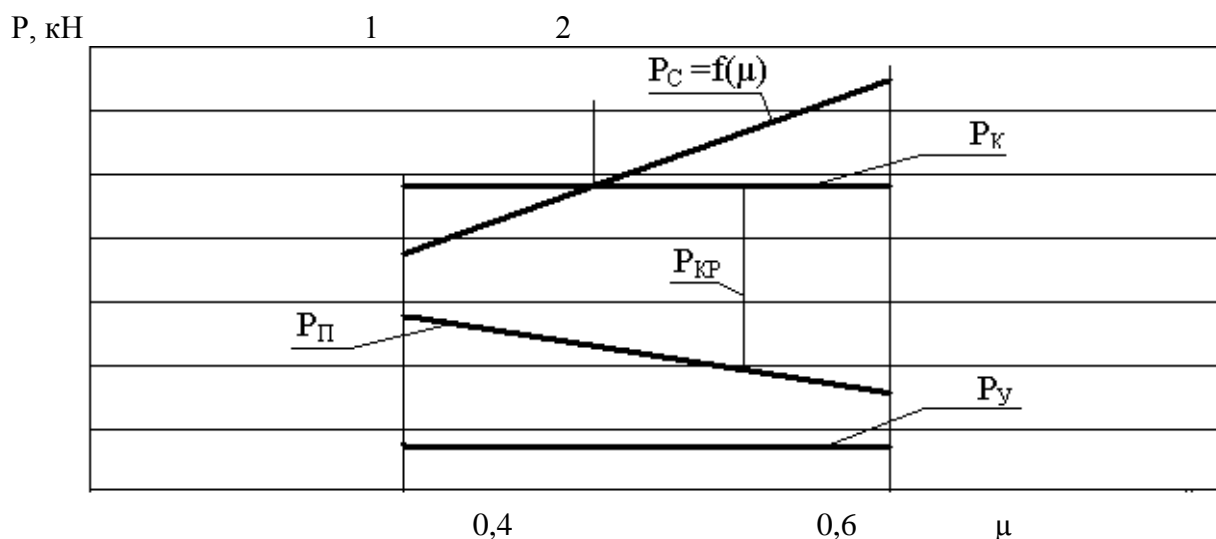


Рисунок 2 - График тягового баланса

По оси абсцисс откладываются значения коэффициента сцепления движителей с почвой  $\mu_i$ , а по оси ординат – составляющие тягового баланса:  $P_c$ ,  $P_k$ ,  $P_{п}$ ,  $P_{\alpha}$ . Как видно из рисунка 2, с увеличением  $\mu$  растет  $P_c$ , а с увеличением  $\mu$  уменьшается  $P_{п}$ . Составляющие же  $P_k$  и  $P_{\alpha}$  остаются постоянными. Из графика также видно, что  $P_{кр} = P_d - P_{\alpha} - P_{п}$ , где  $P_d$

играет роль  $P_c$  до  $\mu_{\text{крит.}}$ , а после  $\mu_{\text{крит.}}$  составляющая  $P_\alpha$ . До  $\mu_{\text{крит.}}$   $P_c < P_k$ , следовательно  $P_d = P_c$ ; при значениях  $\mu > \mu_{\text{крит.}}$   $P_k < P_c$ , следовательно  $P_d = P_k$ . Следовательно, на графике тягового баланса слева от  $\mu_{\text{крит.}}$  (штриховая линия ординаты) находится зона недостаточного сцепления движителей с почвой, а значит – зона недостаточного использования (неполного) мощности (момента) двигателя. Видимо необходим дополнительный сцепной вес, догрузатели или дополнительные механизмы сцепления или переключение на большую передачу, уменьшение ширины захвата агрегата.

Зона справа от  $\mu_{\text{крит.}}$  – достаточного или излишнего сцепления. Можно 1) увеличивать мощность двигателя при такой конструкции движителей и состоянии почвы, или 2) переключаться на низшую передачу и доиспользовать мощность двигателя через увеличенные крюковые усилия на низшей передаче при большей ширине захвата агрегата.

## 5. Кинематика агрегата

### 5.1. Кинематическая характеристика рабочего участка поля, трактора и агрегата.

В течение сезона работ агрегаты с трактором проходят большой суммарный путь. На значительной части этого пути отдельные элементы движения агрегата при обработке полей закономерно повторяются, что и является основанием для учения о кинематике агрегата.

Кинематика агрегата – закономерность движения его без учета сил, обуславливающих его (движение).

Рабочий участок – поле или часть поля, отведенное для выполнения работ одному или нескольким агрегатам. Характеризуется длиной и шириной (рисунок 3).

Загон – часть участка определенной ширины, выбранная как правило для одного агрегата в соответствии с принятым способом движения и размерами агрегата.

Поворотная полоса  $E$  – часть загона, выделяемая временно для поворота и разворота агрегатов шириной  $E$ .

Контрольная линия – линия между поворотной полосой и остальной частью загона, ориентируясь которой, включают и выключают рабочие органы (рисунок 3).

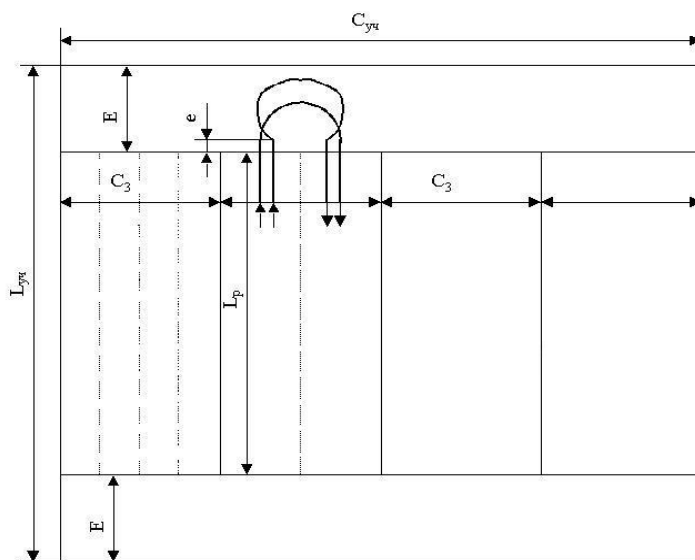


Рисунок 3 - Схема рабочего участка и его элементов

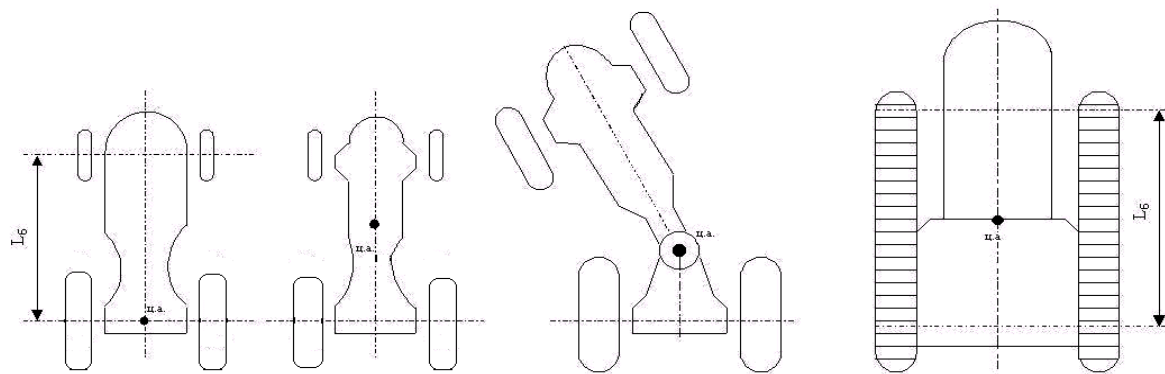
**Агрегат.** Для характеристики кинематики агрегата в эксплуатационных условиях введены некоторые условные понятия и обозначения.

Кинематический центр агрегата (ц.а.) – точка агрегата, относительно которой рассматривают траекторию движения всех других его точек (рисунок 4).

Кинематическая длина агрегата  $l_a$  – расстояние (проекция) между центром агрегата (ц.а.) и линией расположения заднего ряда рабочих органов задней машины (наиболее удаленной) (рисунок 5).

Кинематическая ширина  $d$  – расстояние между центром агрегата и крайними боковыми точками агрегата при прямолинейном движении.

Продольная база  $L_b$  – расстояние между осями колесного трактора, а у гусеничного – между опорными крайними катками.



Колёсные с одной ведущей осью

Колёсные с двумя ведущими

Колёсные с шарнир. составляющей

Гусеничный трактор. Точка пересечения продольной оси серединой гусеницы

Рисунок 4 - Схемы кинематики агрегатов

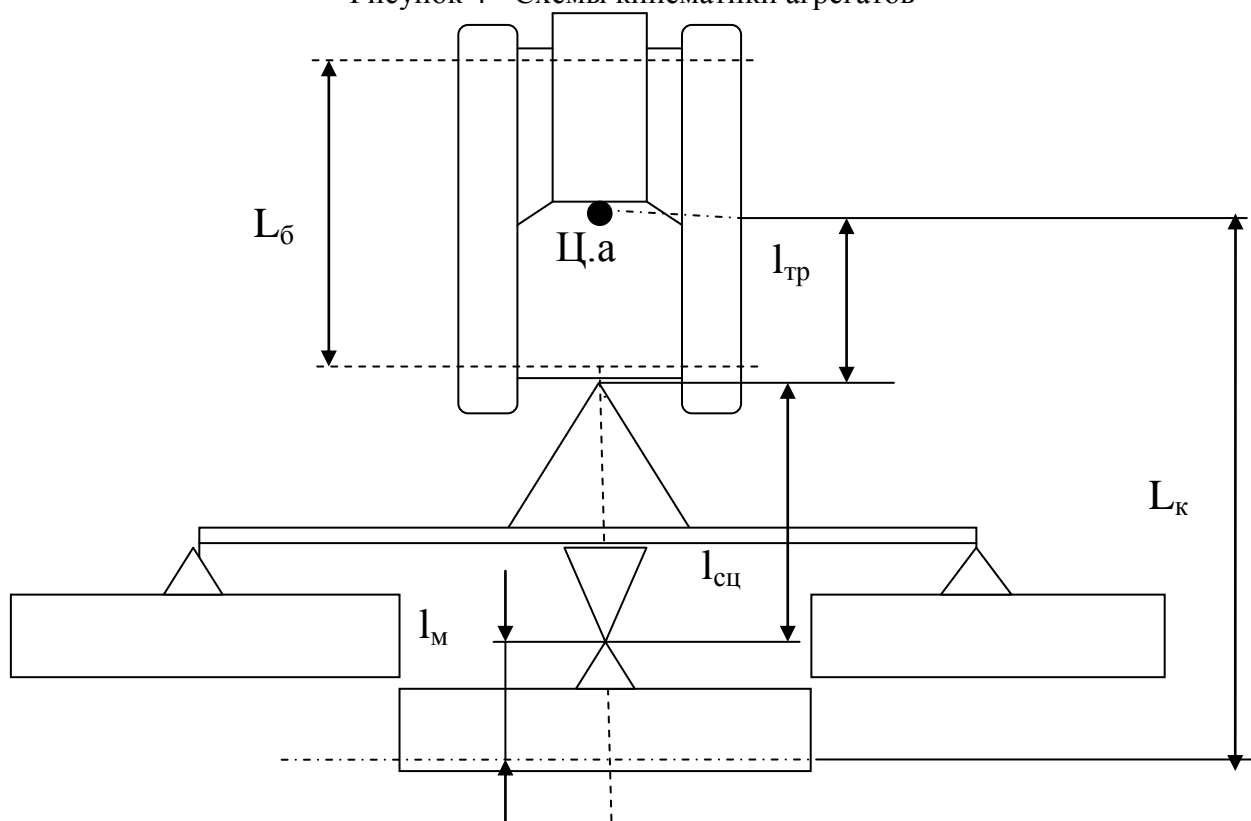


Рисунок 5 - Кинематическая характеристика агрегата

Длина выезда агрегата  $e$  – расстояние, на которое агрегат переезжает контрольную линию на поворотной полосе, обеспечивая безогрешность (рисунок 3).

Центр поворота – точка, относительно которой в данный момент совершается поворот агрегата (рисунок 6).

Радиус поворота  $R_{\Pi}$  – расстояние между центром поворота и центром агрегата:

$$R_{\Pi} = L_{\text{бст}} \operatorname{tg} \alpha,$$

где  $\alpha$  – средний угол поворота направляющих колес.

Геометрический  $R_{\Pi}$  не совпадает с фактическим  $R_{\Pi\phi}$  вследствие увода трактора, который зависит от типа движителей и скорости агрегата на повороте:

$$R_{\Pi\phi} = R_{\Pi} + \delta R,$$

где

$$\delta R = f(V_{\text{агп}} * \text{кп}),$$

где  $\text{кп}$  – конструктивный показатель движителей трактора.

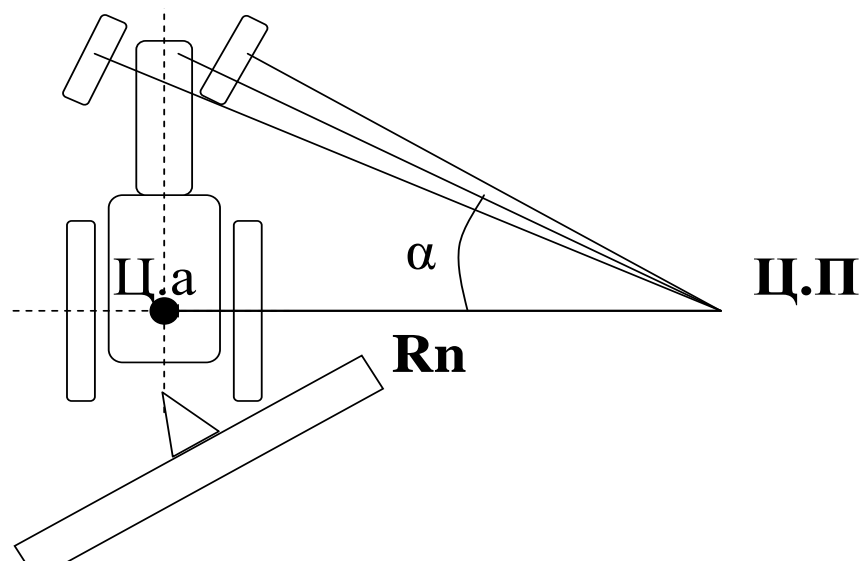


Рисунок 6 - Кинематическая характеристика агрегата на повороте

#### Маневровые свойства агрегатов.

Характеризуются следующими показателями:

Поворотливость – способность агрегата (по времени, пути, площади) переходить с прямолинейного движения на криволинейное. В начальный период поворота агрегат движется с переменным радиусом.

Устойчивость движения агрегата – способность агрегата сохранять установившееся направление движения агрегата.

Управляемость движения агрегата – способность агрегата изменять установившееся направление движения на другое, заданное управляющим воздействием.

Проходимость агрегата – способность преодолевать препятствия.

Проходимость агрегата в рабочем положении.

Проходимость агрегата в «дальнем транспорте».

#### Виды поворотов, характеристика их элементов.

Повороты чаще всего используют двух классов: на  $90^\circ$  и  $180^\circ$ . Формы (виды) наиболее часто применяемые по этой классификации представлены в таблице 2.

Таблица 2

Класс поворота	№	Название поворота	Форма поворота	Средняя длина поворота	Наименьшая ширина поворотной полосы
Повороты на 90° (при движении вкруговую)	1	Беспетлевой		$(1,6 \dots 1,8)R_{п}$	$1,1R_{п}+0,5d$
	2	Открытая петля		$(6,0 \dots 8,5)R_{п}$	$2,8R_{п}+0,5d$
	3	Закрытая петля		$(6,5 \dots 8,5)R_{п}$	$2R_{п}+0,5d$
	4	Петля с задним ходом		$(2,5 \dots 3,5)R_{п}$	$1,2R_{п}+0,5d$
Повороты на 180° (преимущественно при движении гоновым способом)	5	Беспетлевой по окружности на 180		$(3,2 \dots 4)R_{п}$	$1,1R_{п}+0,5d$
	6	Беспетлевой с прямым участком		$(3,2 \dots 4)R_{п}+x$	$1,1R_{п}+0,5d$
	7	Петлевой грушевидный		$(6,6 \dots 8)R_{п}$	$2,8R_{п}+0,5d$
	8	Петля восьмерка		$(8 \dots 9)R_{п}$	$3R_{п}+0,5d$
	9	Петля боковая		$(11 \dots 13)R_{п}$	$2R_{п}+0,5d$
	10	Петлевой сдвоенный		$(13 \dots 14,5)R_{п}$	$2R_{п}+0,5d$
	11	Срезанная петля открытая		$(4,1 \dots 5,0)R_{п}$	$1,1R_{п}+0,5d$
	12	Срезанная петля закрытая		$(5,0 \dots 6,3)R_{п}$	$1,1R_{п}+0,5d$
	13	Игольчатый		$(2,8 \dots 4,0)R_{п}$	$2R_{п}+0,5d$
диагональные	14	Другие способы		$(6 \dots 8)R_{п}$	

Расчет длины поворота и ширины поворотной полосы основан на геометрических построениях с учетом скоростной поправки.

Если повороты агрегата не представляется возможным осуществить за пределами рабочего участка, то на конце участка выделяется поворотная полоса. Ширина ее выбирается из расчета, чтобы крайние точки агрегата ( $d\alpha$ ) не выходили за пределы полосы. Однако, чтобы при обработке поворотной полосы нужно, чтобы ширина ее была кратна числу проходов по этой полосе при ее обработке, т.е.

$$E_{\min} > E = nB_p,$$

где  $B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата или  $E = 3R_{п} + e$ , но кратно  $n$ .

$$E_{\min} > E > n\phi B_p \text{ или } E = 3R_{п} = e$$

Или, т.е.  $E$  должно быть кратно числу ширины захвата агрегата (с тем чтобы было удобно обрабатывать поворотную полосу).

$$N = (3R_{п} + e) / B_p,$$

где  $n$  – число проходов агрегата при обработке поворотной полосы (последующей) при дробном  $n$ , его округляют в сторону большего  $n \rightarrow n\phi$ .

После округления  $n$  до  $n\phi$  определяют фактическую ширину поворотной полосы  $E = n\phi * B_p$ .



Суммарная длина поворота имеет сложные точные расчеты (не оправдывающие их значением в практике). Поэтому приближенные (с достаточной для практики) значения длины пути поворота  $L_p$  выражаются через  $R_p$  и представлены в таблице 1

Общая длина поворота

$$L = \sum S_1 + \sum S_2 + \sum S_3,$$

где  $S_1$ – длина пути входа в поворот и выхода из поворота;

$S_2$ - две длины движения по окружности с  $R_{const} = R_p$ ;

$S_3$ - прямолинейный участок поворота.

Длина холостого хода  $L_{xx} = L_p + 2e$ , т.е. сумма пути самого поворота  $L_p$  и два выезда  $e$  агрегата на поворотную полосу (при наличии времени, дать понятие об условном радиусе).

Условный радиус  $R_{ус}$  – радиус полуокружности, длина которой равна фактической длине беспетлевого дугообразного поворота агрегата на угол  $\pi$ .

Тогда  $L_p = \pi R_{ус}$ .

Ширина поворота  $x = 2R_{ус}$ .

## 5.2 Способы движения агрегатов в поле.

Соотношение рабочих и холостых проходов при выполнении той или иной работы определяется способом движения агрегата.

Основные три группы способов движения:

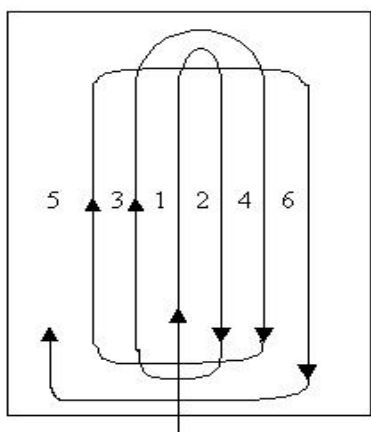
1.1 Гоновые движения – движение, при котором рабочие ходы параллельны одной или двум сторонам участка (загона).

1.1.1 По типу поворота (виду) гоновые движения бывают:

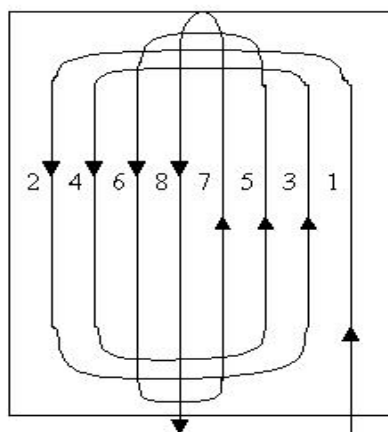
- петлевые,
- беспетлевые.

1.1.2 По схеме движения гоновые подразделяются:

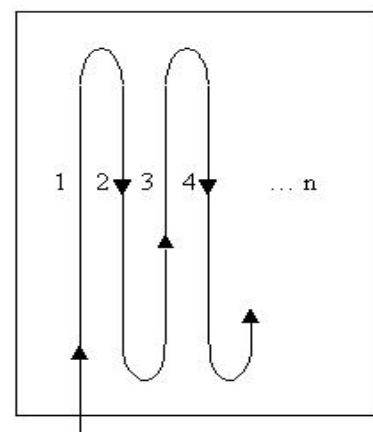
- в свал,
- в развал,
- челночный.



В свал при пахоте, плоскорезной обработке, уборке зерновых и т.д.



В развал при пахоте, при уборке, культивации

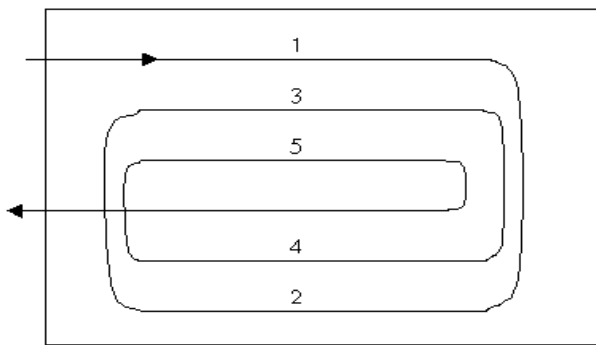


Челночный при посеве, культивации, уборке и т.д.

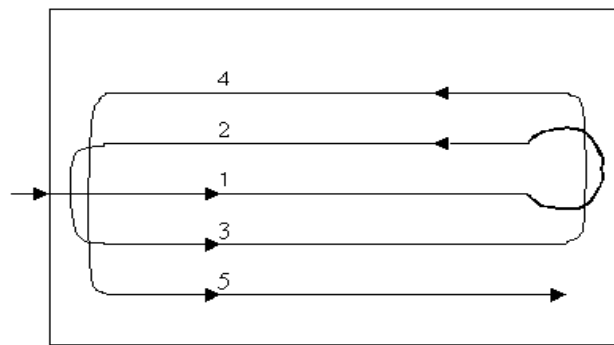
Движение вкруговую – движение, при котором рабочие ходы параллельны всем сторонам участка.

В зависимости от места первого прохода на два вида:

- отпериферии к центру;
- отцентра к периферии.



От периферии к центру.



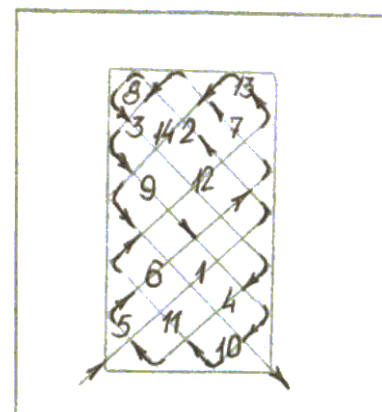
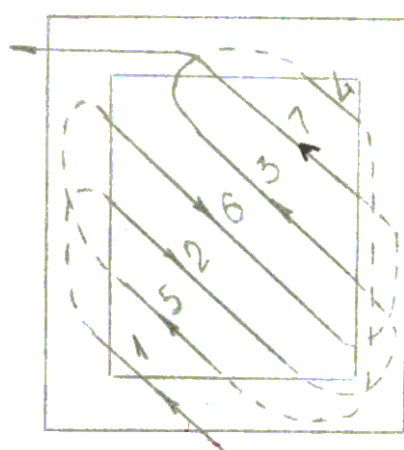
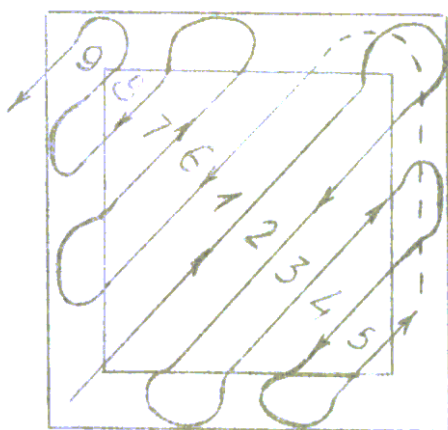
От центра к периферии

Движение по диагонали

- диагонально –  
челночной

- диагональный –  
комбинированный

- диагонально –  
перекрёстный



Как уже упоминалось выше, с экономической точки зрения различают два основных элемента кинематики агрегата: движение, при котором выполняется полезная работа – рабочие ходы; движение, при котором не выполняется полезная работа – холостые ходы.

Чем меньше холостых ходов, тем больше производительность и ниже себестоимость единицы выработки или продукции.

Показателями степени использования пути агрегата при обработке рабочего участка является коэффициент рабочих ходов. Он зависит от способов движения и видов поворота и влияет на производительность агрегата.

$$\varphi_p = \frac{\sum L_p}{\sum L_p + \sum L_x} = \frac{L_{p.ср} \cdot n_p}{L_{p.ср} \cdot n_p + L_{x.ср} \cdot n_x}$$

где  $L_{p.ср}, L_{x.ср}$  – средние длины рабочего и холостого ходов;  
 $n_p, n_x$  – число рабочих и холостых проходов на загоне (участке).

Для всех гоновых видов движения  $L_p = L_{уч} - 2E$ ;  $n_{x.уч} \approx n_{p.уч} - \text{суч}/V_p$

В общем виде  $L_x = L_{xn} + L_{x.доп}$ ,

где  $L_{xn}$  – длина холостых ходов на поворотах;

$L_{x.доп}$  – дополнительные холостые ходы при обработке поворотных полос.

Так как поворотные полосы обрабатывают не после обработки участка, а после обработки всего поля, то  $L_{x.доп}$  пренебрегают и

$$L_x = L_{x.пов.}$$

При беспетлевых поворотах

$$L_x = L_{x.пов} = (1.6 \dots 2) Rn + x + 2e,$$

где  $x$  – длина прямолинейного участка поворота.

Так как длина прямолинейных участков поворота  $x$  меняется от 0 до  $C$ , то принимают  $x = 0,5C$ .

Тогда запишется:  $L_x = L_{x.пов} = (1.6...2)R_n + 0.5C + 2e$ ,  
тогда (сократив в формуле величины  $n = n$ ).

$$\varphi_p = \frac{L_p}{L_p + (1.6...2)R_n + 0.5C + 2e}$$

В общем и целом подсчитывается по выражению приравнявая  $L_x$  к  $L_{x.пов}$ , т.е. пренебрегая  $L_{x.доп}$ . При этом в зависимости от поворотов выбирают из таблицы 1

#### Анализ и выбор способа движения агрегата

Способ движения выбирается из условий:

- агротехнических (выполнение технологического процесса, качество работы и всех агротребований) – дать комментарии по этому вопросу;
- экологических (минимум отрицательных воздействий на окружающую среду - почву). Здесь предполагается: 1) направления движения по контуру рельефа местности с целью снижения эрозионных процессов; 2) минимум проходов на единице площади с целью снижения отрицательных воздействий движителей на почву (переуплотнение, распыление, повреждение стерни и др.); 3) минимизация развальных борозд и свальных гребней и т.д. (дать комментарии, примеры, опыт);
- эргономических (удобство вождения, минимум утомляемости механизаторов, удобство технологического обслуживания – заправка зерном сеялок, удобрениями, разгрузка комбайнов, удобство технического обслуживания, полевого ремонта и т.д.);
- экономических, которые сводятся в основном в этом случае к увеличению коэффициента рабочих ходов  $\varphi_r$  и увеличению производительности.

Анализ и выбор способа движения агрегата проводится путем исследования (решения) уравнений 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9 настоящей лекции.

Анализ по этим выражениям и результаты экспериментов (рис 12.6), показывает, что при выборе способов движения необходимо иметь ввиду:

- на  $\varphi_r$  влияет прежде всего длина всего участка (рабочих ходов). При длине участка менее 800...1000 м резко падает;

- на коротких гонах  $\varphi_r$  выше у беспетлевых способов, на длинных гонах – у петлевых;
- среди беспетлевых способов вспашки наиболее высокий  $\varphi_r$  у комбинированного. Среди петлевых – для способа с чередованием в свал – в развал;
- с увеличением радиуса поворота  $R_p$  коэффициент  $\varphi_r$  уменьшается;
- в большинстве случаев для типичных пахотных агрегатов наибольший коэффициент рабочих ходов достигается при  $L_{уч} = 100...150$  м. Меньшие значения из этого предела относятся к навесным агрегатам и к агрегатам с малой шириной захвата, большие – к прицепным.

6. Комплектование агрегатов и управление эксплуатационными режимами их работы.

Задачи расчета агрегата.

Расчет состава агрегата заключается в определении рационального числа машин в агрегате, обеспечивающих наивысшую производительность, а значит и минимум срока выполнения работы, при наименьшем расходе топлива, наименьших затратах труда и средств с обязательным выполнением требований агротехники.

Для расчета агрегата прежде всего нужно знать вид работы, условия ее выполнения и агротехнические требования, предъявляемые к ней.

При этом, на основании требований агротехники, природно-климатических условий, размеров участка необходимо выбрать тип и марку сельхозмашин, сцепку, рабочую скорость движения агрегата, количество сельхозмашин.

Рационально выбрать состав МТА можно лишь с учетом решения общей задачи по определению оптимального состава МТП хозяйства и его подразделений.

Наиболее экономичный режим работы трактора обычно соответствует тем передачам, для которых тяговая мощность и производительность имеют наибольшее значение (см. тяговую характеристику трактора в предыдущей лекции). Эти передачи целесообразнее принимать в качестве рабочих наряду с основной рабочей передачей определяют резервные – пониженную и повышенную, особенно, если агрегат работает на поле с выраженным макро- и мезорельефом или с резко изменяющимися почвенными условиями (твердость непостоянная и выраженный микрорельеф).

Методы расчета агрегатов. Аналитический.

Расчет ведут в такой последовательности:

- 1) Дают характеристику природно-производственных условий, в которых выполняется заданная работа.
- 2) Излагают агротехнические требования на заданную работу и дают указания по контролю качества ее выполнения.
- 3) Устанавливают диапазон оптимальных значений скорости движения агрегата при выполнении заданной работы (оптимальную технологическую скорость посева, вспашки и т.д.).
- 4) Выбирают трактор и рабочие передачи трактора, обеспечивающие оптимальные технологические скорости агрегата (СХМ), и находят значения силы тяги трактора на выбранных передачах, например,  $R_{кр2}$  ;  $R_{кр3}$  ;  $R_{кр4}$  и т.д., заведомо в расчет не принимается низшая (резервная) и высшая (транспортная) передачи.

Это выполняется в такой последовательности:

По тяговой характеристике выбранного трактора строят потенциальную характеристику по мощности и скорости (рисунок 7). Здесь верхняя кривая – огибающая максимум мощности на тяговой характеристике, нижняя – огибающая кривых скоростей.

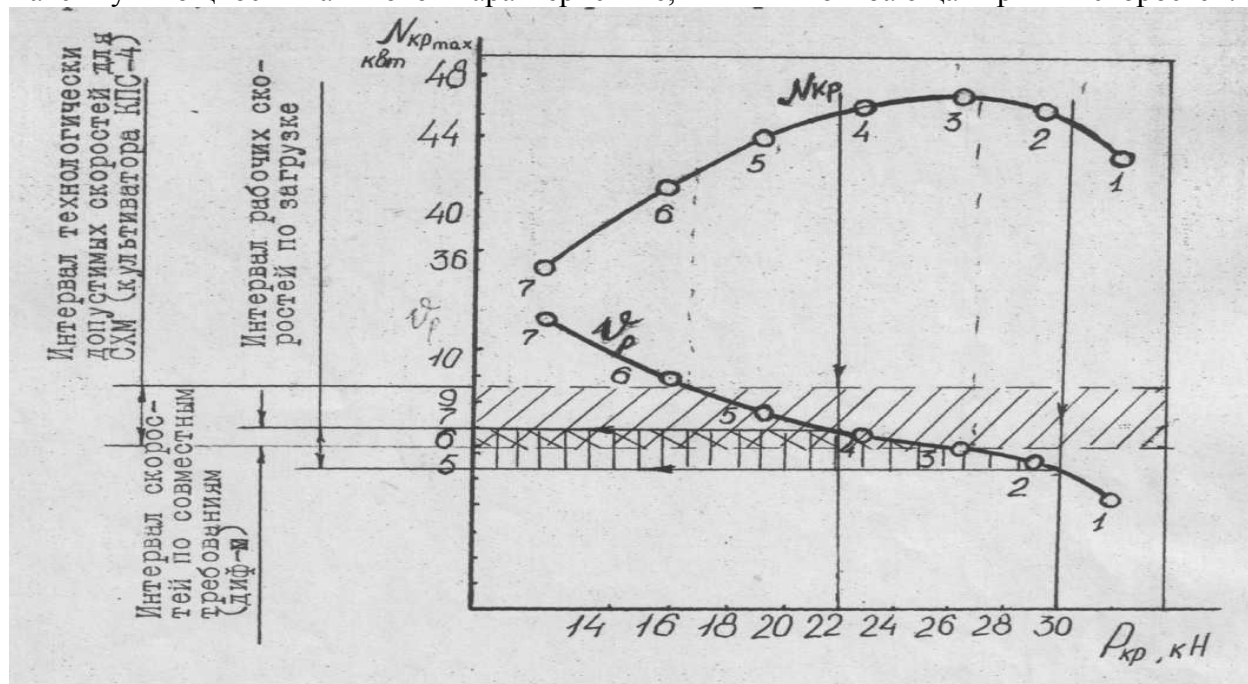


Рисунок 7 - Анализ состава агрегата и передач трактора ДТ-75М по тяговой характеристике при работе с агрегатом, сопротивление которого  $R_Q = 19,3$  кН;  $R_\alpha = 2$  кН;  $R_{кр} = 23$  кН.

На рисунке 7 откладываются значения технологически необходимых (уже выбранных (п.3) скоростей, в данном случае 6,0...9,5 км/ч). Проектируют их на кривую скоростей – обеспечивается эта скорость 3-5 передачами.

Определяют диапазон скоростей по оптимальной загрузке трактора. Для этого в области максимума потенциальной характеристики выбираем передачи (2-я, 3-я и 4-я). В этом случае за рабочую передачу принимается 3-я передача, за резервные: 2-я в случае резкого возрастания тягового сопротивления, 4-я – снижения тягового сопротивления. Спроецировав точки 2 и 3 на ось ординат (по скорости) определяем диапазон оптимальных скоростей по загрузке трактора (в нашем примере 5...7 км/ч).

Для этого диапазона скоростей, т.е. на 2, 3, 4-й передачах трактора определяем ширину захвата агрегата и количество машин в агрегате.

С учетом уклона местности, т.е. за вычетом усилия на преодоление неровностей крюковое усилие на i-й передаче будет:

$$P_{кр.i}^{\alpha} = P_{кр.i} - P_{\alpha} = P_{кр.i} - G_{mp} \sin \alpha$$

В соответствии с хозяйственными условиями и обоснованной структурой МТП выбирают наиболее отвечающую агропотребованиям сельхозмашину (сеялку СЗ-3,6 или СЗС-2,1 или СЗП-3,6).

Определяем силу веса машины, приходящегося на единицу ширины захвата машины

$$q_m = \frac{G_m}{B_m}$$

Определяется дополнительное сопротивление машин на подъем, приходящийся на единицу ширины захвата машины

$$\rho_{dm} = q_m \sin \alpha$$

Если машина не одна, а несколько в агрегате, выбирают сцепку и определяют ее сопротивление с учетом уклона

$$R_{сц}^{\alpha} = G f_{сц} + G \sin \alpha \text{ или } R_{сц}^{\alpha} = G_{сц} (f_{сц} + \sin \alpha)$$

пределяем (с учетом выражений 1...4) максимальную ширину захвата агрегата на выбранных технологически возможных передачах:

$$B_{max.i} = \frac{P_{кр.i}^{\alpha} - R_{сц}^{\alpha}}{K + \rho_{lod}^{\alpha}},$$

где K – удельное сопротивление машины (на единицу ширины захвата машин).

Особенности расчета разных типов агрегатов.

Особенность расчета ширины захвата пахотных агрегатов (плуга или КПП).

Максимальная ширина захвата пахотного агрегата:

$$B_{max.max.i} = \frac{P_{кр.i}^{\alpha} - G_{пл} f_{пл}}{K_{пл} a + \rho_{dm}^{\alpha}}$$

где  $G_{пл}$  – вес плуга;

$f_{пл}$  – коэффициент протаскивания плуга (0,25...0,5);

a – глубина пахоты;

$K_{пл}$  – удельное сопротивление плуга или КПП.

Определяется максимально возможное количество машин (для пахотного агрегата – рабочих органов на выбранных передачах):

$$n_{pi} = \frac{B_{\max.i}}{b},$$

где  $b$  – ширина захвата СХМ, для пахотных агрегатов – ширина захвата корпуса;  
 $n_{pi}$  – округляется в сторону меньшего значения (6,7 - 6) и получает целое  $n_{pi}$ .

Находят рабочую (после округления  $n$ ) ширину захвата агрегата на каждой передаче:

$$B_{pi} = n_{pi} b$$

Определяют сопротивление агрегата (по  $B_{pi}$ )

$$\text{Для СХМ} - R_{agr.i} = KB_{pi} + R_{cy}^{\alpha}$$

$$\text{Для плуга} - R_{nl.i} = K_{nl} B_{pi} a + G_{nl} f_{nl} + \zeta a b_{pi} V^2$$

Вычисляется коэффициент использования тягового усилия трактора на всех передачах:

$$\eta_i = \frac{R_{agri}^{\alpha}}{P_{kpi}^{\alpha}}$$

С учетом потенциальной характеристики трактора, ее максимума (зоны максимума) и максимального значения коэффициента использования тягового усилия, выбирают рабочую и резервные передачи.

Расчет состава тягоприводных агрегатов планируется для самостоятельного изучения студентами.

Расчет состава комбинированных агрегатов:

отличается тем, что определяется суммарное удельное сопротивление всех видов машин в агрегате, а также суммарное удельное дополнительное сопротивление на подъем мешин.

Максимальная ширина комбинированного агрегата подсчитывается по формуле с учетом суммарных удельных сопротивлений:

$$B_{\max.i.комб} = \frac{P_{kpi}^{\alpha} - R_{cy}^{\alpha}}{\underbrace{K_1 + K_2 + \dots}_{\text{суммарное удельное сопротивление}} + \underbrace{\rho_{m1}^{\alpha} + \rho_{m2}^{\alpha} + \dots}_{\text{суммарное дополнительное удельное сопротивление}}}$$

### 1.3 Лекция № 1 (0,5 часа).

#### Тема: «Производительность агрегатов»

##### 1.3.1 Вопросы лекции:

1. Основные понятия и определения. Теоретическая и фактическая производительность.
2. Баланс времени смены.
3. Расчет производительности по использованию тяговой мощности. Влияние скорости и ширины захвата агрегата на производительность.
4. Условные единицы учета наработки.
5. Проблемы и пути повышения производительности.

##### 1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Основные понятия и определения. Теоретическая и фактическая производительность.

Производительность труда – это плодотворность, продуктивность производственной деятельности людей.

Она выражается: - в качестве продукции, производимой в единицу времени; - в величине затрат рабочего времени на изготовление единицы продукции.

Так экономическая категория производительности труда определяется затратами всего труда, необходимого обществу для изготовления продукции, т.е. труда живого (в данных условиях производства) и овеществленного (ранее затраченного труда):

$$W = Q / (t_{ж} + t_{ов}),$$

где  $Q$  – объем выполненной работы, га;

$t_{ж}$  – затраты живого труда, чел-час;

$t_{ов}$  – затраты овеществленного труда, чел-час.

Связь производительности труда с качеством выполнения работ выражается через соотношение количественных и качественных сторон потребительской стоимости.

Производительность труда в сельском хозяйстве в значительной мере зависит от производительности машинных агрегатов.

Производительностью агрегата называется объем работы в установленных единицах величин (площади, массы продукции, пути и т.д.) или в условных единицах, выполняемой агрегатом в единицу времени (час, смену, сутки, сезон, год и т.д.).

В зависимости от принятой единицы времени производительность бывает:

- часовой,
- сменной,
- сезонной, и т. д.

А вся работа, выполненная агрегатом за какой-то период (за несколько часов, смен и т.д.), является его выработкой или наработкой.

Для МТА производительность чаще всего определяют в единицах площади (гектарах), в расчете устанавливаются

- ширина захвата агрегата  $B$ ,
- скорость движения  $V$ ,
- продолжительность работы  $T$ .

для уборочных и аналогичных агрегатов дополнительно выражают производительность в единицах массы собираемой или перерабатываемой продукции.

Для транспортных агрегатов – в тоннах перевезенного груза или тонно-километрах грузовой работы.

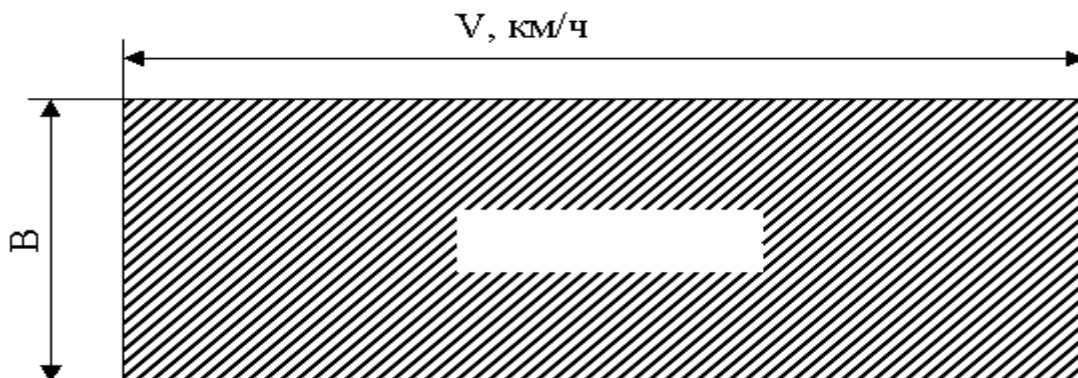
Различают производительность:

Теоретическая производительность агрегата - определяется при полном использовании конструктивной ширины захвата В агрегата, теоретической скорости V и времени T

Часовая  $W_r = C_w B V$ ;

Сменная  $W_{см} = C_w B V T$ ,

где  $C_w$  – коэффициент, зависящий от того в каких единицах принята скорость движения V, если в км/ч – 0,1; если в м/с – 0,36 при этом В-м, Т- час



Площадь прямоугольного участка:

$$S = VB,$$

где V – скорость, т.е. путь в единицу времени,

В – ширина захвата агрегата.

Следовательно, производительность часовая  $W_r = VB$ , га/ч

Фактическая производительность агрегата - определяется по фактическому объему выполненной работы, т.е. при фактических ширине захвата  $B_p$ , скорости движения  $V_p$  и продолжительности производственной работы  $T_p$ .

Так как теоретическая (конструктивная):

- ширина захвата не равна фактической вследствие неполного ее использования, чтобы не сделать, например, огрех и др.  $B_t \neq B_f$ ;

- скорость не совпадает с фактической вследствие наличия буксования, непрямолинейности движения и др.;

- время смены  $T_{см}$  также не полностью используется для выполнения полезной работы, т.е.  $T_{см} \neq T_p$ .

Следовательно, фактическая производительность часовая

$$W_r = C_w B_p V_p, W_{см} = C_w B_p V_p T_p,$$

где  $V_p$  – рабочая или эксплуатационная скорость,

$B_p$  – эксплуатационная или рабочая ширина захвата агрегата, м,

$T_p$  – время смены, затраченное на чистую (полезную) работу, час.

$$B_p = \beta B, \text{ м}$$

где  $\beta$  - коэффициент использования ширины захвата агрегата.

Таблица 1 - Значение коэффициента  $\beta$

Вид агрегата	пахота	Посев зерновых	Посев кукурузы, подсолнечника	Культивация, боронование	Уборочные агрегаты
$\beta$	0,85...1,0	0,95...1,0	1,0	0,88...1,0	0,85...0,95

$$V_p = V\gamma, \text{ км/час,}$$

где  $\gamma$  - коэффициент, учитывающий изменение скорости.



Таблица 2 - Значение коэффициента  $\gamma$ .

Тип ходовой части трактора	Фон поля	Передачи трактора	ККП	Коэффициент, учитывающий буксование, непрямолинейность
Гусеничный	Стерня	2		0,984
		3		0,916
	Пашня	2		0,810
		3		0,800
колесный	Стерня	2		0,925
		3		0,890
	Пашня	2		0,890
		3		0,820

$$T_p = T_\tau,$$

где  $\tau$  - коэффициент использования времени смены, зависящий от баланса времени.

Таблица 3 - Значения коэффициента  $\tau$

Длина гона (м)	Пахота			Культивация, боронование, дискование			Посев зерновых, (точечный посев).		
	ДТ-75	Т-100	К-701	ДТ-75	Т-100	К-701	ДТ-75	Т-100	К-701
300	0,80	0,74	0,85	0,75	0,71	0,80	0,72	0,68	0,785
500	0,80	0,75	0,88	0,78	0,74	0,84	0,76	0,72	0,810
1000	0,85	0,82	0,91	0,85	0,88	0,90	0,82	0,80	0,860
2000	0,89	0,88	0,95	0,89	0,85	0,97	0,87	0,86	0,890

Для данного агрегата, работающего на определенной передаче трактора, теоретическая производительность  $W_{теор}$  – величина постоянная.

Из всех других факторов, влияющих на производительность, важнейшим является степень использования времени  $\tau$ , определяемого балансом времени.

Дневная производительность:

$$W_{дн} = W_{см} * K,$$

где  $K$  – коэффициент сменности (число смен).

Сезонная производительность:

$$W_{сез} = W_{дн} * D_p,$$

где  $D_p$  – число рабочих дней в течение сезона.

## 2. Баланс времени смены

Производительность агрегата за смену не может быть получена произведением часовой производительности на время смены, в связи с тем, что не все время смены используется для производства полезной работы. Время смены распределяется на производственное  $T_{пр}$  и непроизводственное  $T_{непр}$ .

$T_{см} = T_{пр} + T_{непр}$  - это баланс времени смены в общем виде.

Непроизводительные затраты времени смены:

$$T_{непр} = T_{пз} + T_{хх} + T_{тех.о} + T_{то} + T_{тех.н} + T_{п.р} + T_{орг} + T_{ф} + T_{м},$$

где  $T_{пз}$  - подготовительно-заключительное время;

$T_{хх}$  - холостого хода;

$T_{тех.о}$  - технологического обслуживания (заправка сеялок, выгрузка комбайнов);

$T_{то}$  - технического обслуживания (ТО);

$T_{тех.н}$  - устранение непредвиденных технологических неисправностей (забивание рабочих органов плуга, сеялки, барабана комбайна и т.д.);

Тпр - на непредвиденный полевой ремонт, устранение полевых неисправностей;  
 Торг - простои по организационным причинам (не подогнана машина для выгрузки бункера, не подвезли семена, топливо и т.д.);

Тф - на физиологические необходимости;

Тм - простои по метеорологическим причинам.

В целом баланс времени смены по составляющим определяется:

$$T_{см} = T_{пз} + T_{р} + T_{хх} + T_{тех.о} + T_{то} + T_{тех.н} + T_{пр} + T_{орг} + T_{ф} + T_{м}$$

Баланс времени смены характеризуется коэффициентом – использование времени смены – это отношение рабочего времени ко всему времени смены:

$$\tau = T_{р} / T_{см}.$$

Непроизводительные затраты времени также выражаются через коэффициент непроизводительных затрат времени

$$\tau_{хх} = T_{хх} / T_{см}; \tau = T_{пз} / T_{см}; \tau = T_{то} / T_{см}; \tau = T_{орг} / T_{см} \text{ и т.д.}$$

Как видно из таблицы 3, коэффициент использования времени смены зависит от 1) длины гонов, 2) вида выполняемой работы, 3) типа трактора.

Во многом он зависит от правильности регулировок (Ттехн.н), своевременности выполнения работ (спелость почвы), ремонта и использования машин (Тпр), качества ТО (Тпр, Ттехн.н), способов и качества диагностики и определения остаточного ресурса (Тто), от трудовой дисциплины (Торг, Тф), от руководителей (Торг), погоды (Тм) и других факторов.

С учётом поправочных коэффициентов:

$$W_{см} = 0,1 * B * V * T_{см} * \beta * \xi * \tau$$

3. Расчет производительности по использованию тяговой мощности. Влияние скорости и ширины захвата агрегата на производительность.

Расчет производительности по использованию тяговой мощности.

Поскольку  $R_a = K_B$  и  $R_a = P_{кр} = N_{кр} / V_p$

Тогда  $K_B = N_{кр} / V_p$  или  $B = N_{кр} / V_p K$

Подставляя в формулу производительности значения В, получим:

$$W_{см} = \frac{N_{кр} T_{см}}{K} \times \beta \tau$$

Коэффициент полезного действия трактора есть отношение полезно используемой мощности к затрачиваемой:

$$\eta_{тр} = \frac{N_{кр} N_{вом}}{N_e}, \eta_{тр} = \frac{N_{кр}}{N_e}$$

где  $N_{кр}$  – тяговая (крюковая) мощность,

$N_{вом}$  – мощность на привод ВОМ (если он есть),

$N_e$  – затрачиваемая эффективная мощность двигателя.

Коэффициент полезного действия агрегата. Кроме КПД трактора следует учитывать и КПД агрегата. Здесь учитывается тот факт, что при работе машины (орудия) мощность, затрачиваемая на ее привод, перемещение в рабочем положении, не полностью используется на полезно выполняемую работу. Следовательно КПД агрегата – есть отношение полезно используемой сельхозмашиной (орудием) мощности к мощности, затраченной двигателем  $N_e$ :

$$\eta_{агр} = \frac{N_{пол.схм}}{N_e} = \eta_{схм} \eta_{тр}$$

Но  $\eta_{агр}$  редко используется, вследствие того, что трудно определить полезно затраченную энергию (мощность) у СХМ. Или

$$W_{cm} = \frac{NeT_{cm}}{K} \beta \tau \eta_{mp}$$

Влияние скорости и ширины захвата агрегата на производительность (анализ рациональной формулы Горячкина и  $W_{cm}$ ).

Для анализа влияния скорости и ширины захвата агрегата рассмотрим уравнение

$$W_{cm} = C_w BVT \beta \xi \tau,$$

откуда видим одинаковые прямолинейные влияния обоих параметров. Для выявления предпочтительности параметра напишем систему уравнений:

$$\begin{cases} W_{cm} = C_w BVT \beta \xi \tau \\ R_a = Gf + aBk_0 + \xi aBV^2 \end{cases}$$

Из системы видно, что скорость во втором уравнении находится в квадрате.

Следовательно, увеличивая скорость, можно увеличить производительность в первой степени, зато увеличивается сопротивление агрегата в квадратичной зависимости. Отсюда вывод – необходимо создавать широкозахватные агрегаты, а не скоростные.

Кроме того, увеличение скорости обуславливает снижение ширины захвата, что в свою очередь, обуславливает увеличение числа проходов агрегата (двигателей трактора и опорных колес СХМ) на единице площади, это интенсифицирует уплотнение, обезструктуривание почвы.

Это также указывает на необходимость использования широкозахватных агрегатов.

4. Условные единицы при учете наработки (условный эталонный га, условный трактор, эталонная наработка).

Учет суммарной выработки тракторов в условных единицах необходим:

для оценки уровня использования МТП (отдельных тракторов по среднесменной, среднедневной, годовой наработке);

для планирования потребности тракторов, межремонтных сроков, расхода топлива, средств на ТО и ремонт;

для определения эксплуатационных затрат на единицу тракторных работ и других показателей работы МТП.

Единицей измерения суммарной выработки тракторных агрегатов принят условный эталонный гектар, представляющий собой объем работ и энергозатраты, соответствующие вспашке одного га в следующих, принимаемых за эталонные, условиях:

1. удельное сопротивление 50 кПа при скорости движения агрегата 5 км/ч.
2. глубина обработки 20...22 см.
3. агрофон – стерня зерновых на почвах средней прочности при влажности почвы до 20...22%.
4. рельеф ровный (угол склона до 1°).
5. Конфигурация поля правильная (прямоугольная).
6. Длина гона 800 м.
7. Высота над уровнем моря до 200м.
8. Каменистость и препятствия отсутствуют.

За условный эталонный трактор принимают трактор, имеющий выработку один условный эталонный гектар за один час сменного времени.

Эталонная выработка трактора  $W_{н.э.}$  – это выработка трактора данной марки в эталонных условиях, определяемая по методике технического нормирования.

Физические тракторы переводят в условные эталонные умножением на коэффициент  $\lambda_{эт}$ , определяемого по соотношениям их эталонных выработок.

Значения  $\lambda_{эт}$

T-150 – 1,65	MT3-80 – 0,7	K-700A – 2,2
T-4 – 1,33	MT3-82 – 0,73	K-700 – 2,1
ДТ-75М – 1,01	ЮМЗ-6 – 0,6	T-150K – 1,65
ДТ-75 – 1,00		MT3-50 – 0,55
K-701 – 207		MT3-52 – 0,58

#### Учет тракторных работ в условных единицах.

Перевод физического объема тракторных работ в условные гектары основывается на соотношениях эталонной выработки и технически обоснованных норм выработки на данном виде работ в заданных условиях.

Т.е. объем тракторных работ в условных гектарах  $Q$  определяют по числу выполненных сменных (часовых) технически обоснованных норм выработки  $N$  тракторами заданной марки и сменной эталонной выработки  $W_{н.э.}$ .

$$Q = \sum N W_{н.э.}$$

Объем работ на условный трактор  $\omega_{эт}$  рассчитывают делением общего объема работ на число условных тракторов, выполнивших этот объем:

$$\omega_{эт} = Q / \sum n_{тр} \lambda_{эт}$$

Для одного трактора:  $\omega_{эт} = Q / \lambda_{эт}$

#### 5. Проблемы и пути повышения производительности агрегатов и комплексов

Основные пути повышения производительности определяются уравнением:

$$T_{см} = T_{пз} + T_{р} + T_{хх} + T_{тех.о} + T_{то} + T_{тех.н} + T_{пр} + T_{орг} + T_{ф} + T_{м}$$

- 1.1 применение широкозахватных агрегатов на технологически необходимой скорости;
- 1.2 оптимизация способов движения и видов поворотов;
- 1.3 организация современных способов миграции агрегатов;
- 1.4 снижение простоев по организационным причинам (комплектный подряд, семейный подряд, иппатовский метод);
- 1.5 применение поточно-циклового метода использования техники;
- 1.6 применение планово-предупредительной системы диагностики и ТО;
- 1.7 применение прогрессивных способов загрузки семян, удобрений и выгрузки бункеров;
- 1.8 тщательная регулировка СХМ и тракторов.

## 1.4 Лекция № 2 (2 часа).

### Тема: «Планово-предупредительная система технического обслуживания машин»

#### 1.4.1 Вопросы лекции:

1. Свойства и состояние машин;
  - 1.1. Состояние машин (эксплуатационное);
  - 1.2. Свойства машин (эксплуатационные).
2. Эксплуатационная характеристика машин (основные понятия и определения).
3. Износ деталей машин и его характеристика.
4. Влияние износа деталей и узлов на качество работы машин.
5. Характеристика планово-предупредительной системы ТО и ремонта.
6. Особенности комбинированной системы ТО машин.
7. Виды ТО машин.
8. Периодичность технического обслуживания тракторов, комбайнов, сельскохозяйственных машин и автомобилей;
9. Содержание технического обслуживания машин.

#### 1.4.2 Краткое содержание вопросов:

1. Свойства и состояние машин
  - 1.1. Состояние машин
    1. Исправное состояние – машина удовлетворяет всем требованиям технических условий, определяющим её качество (в противном случае машина неисправна). Это машина с конвейера.
    2. Работоспособное состояние – машина может выполнять заданные функции, однако отвечает не всем требованиям технических условий. Например, она хорошо работает, но крыло помято (скорость выдерживают, тяговое усилие развивается нормальное и т.д., но по форме крыла не отвечает требованиям). Она работоспособна, но не исправна.
- Машина неработоспособна – значит имеет место отказ по всем или отдельным параметрам выполняемой работы.
3. Отказ – событие, приводящее к полной или частичной утрате работоспособности машин, т.е. событие, связанное с нарушением основных параметров, характеризующих её нормальную работу.
- Детали или узлы (сборочные единицы), вызывающие отказ, называются дефектными.
- 3.1. Частичный отказ – машина перестаёт выполнять частично какую-либо одну функцию, все остальные выполняются.
  - 3.2. Полный – перестаёт выполнять все функции.
  - 3.3. Ресурсный отказ – это отказ, требующий капитального ремонта вследствие выполнения межремонтной наработки.
  - 3.4. Не ресурсный отказ – не требует капитального ремонта.
  - 3.5. Приработочный отказ – во время начального периода работы. Причина – неправильная сборка, наличие дефектных деталей и т.д.
  - 1.3.6. Внезапные отказы – в результате неожиданной концентрации нагрузок, превышающие допустимую (случайный отказ).
  - 3.7. Износные отказы – от длительности работы машин, а также от не соблюдения правил использования.

## 1.2. Свойства машин (эксплуатационные)

1. Надёжность – комплексное свойство машин выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в установленных пределах в течении рассматриваемого времени или требуемой наработки в определённых условиях.

Надёжность обуславливается безотказностью, ремонтпригодностью, сохранностью и долговечностью.

2. Безотказность – свойство машин сохранять работоспособность в течении определённой наработки без вынужденных перерывов на устранение отказов.

3. Ремонтпригодность – свойство, заключающееся в приспособленности к предупреждению, обнаружению, и устранению отказов и неисправностей при проведении ТО и ремонта.

4. Сохраняемость – свойство машины сохранять указанные в техдокументации эксплуатационные показатели во время хранения или транспортирования.

5. Долговечность – свойство сохранять с необходимыми для ТО и ремонта перерывами работоспособность до предельного его состояния. Предельное состояние определяется невозможностью дальнейшего её использования, обусловленной снижением эффективности, требованиям безопасности и др.

## 2. Эксплуатационная характеристика машин

К характеристикам машин можно отнести следующие:

1. Наработка – продолжительность или объём работы машины (в часах, га, км и т.д.). (Наработка до текущего ремонта Т-150 – 3250 у.э.га.).

2. Срок службы – календарная продолжительность работы машины до возникновения предельного состояния (оговорённого в техдокументации) или до списания. (До списания ДТ-75 – 8 лет, К-701 – 10 лет, СК-5 – 9 лет).

3. Ресурс – наработка машины до наступления предельного её состояния (наработка за срок службы) одной машины.

4. Причины, обуславливающие появление неисправности:

- износ деталей машин (естественный);
- нарушение правил эксплуатации и ТО;
- нарушение технических условий надёжности при проектировании машины и её изготовлении;
- трудные условия эксплуатации (непредусмотренные условия при проектировании машины).

## 3. Износ деталей машин и его характеристика

Как бы не была надёжна машина износ её деталей во время эксплуатации неизбежен. Износ во многом зависит от своевременности и качества выполнения ТО.

На рисунке 1 показана зависимость величины износа  $i$  и скорости износа  $vi=di/dt$  от времени работы детали (шейки коленвала).

$t_o$  – время приработки – очень быстрый износ за счёт срабатывания неровностей сопряжения;

АВ – естественный износ;

$t_z$  – время нормальной эксплуатации;

В – граница допустимого срока службы детали;

$t_m$  – время допустимого использования.  $t_m = t_o + \frac{i_m - i_n}{tg\alpha}$

Предельный износ – износ до достижения которого деталь работает нормально.

Предельно допустимый износ определяется или одним критерием (техническим или качественным) или их совокупностью.

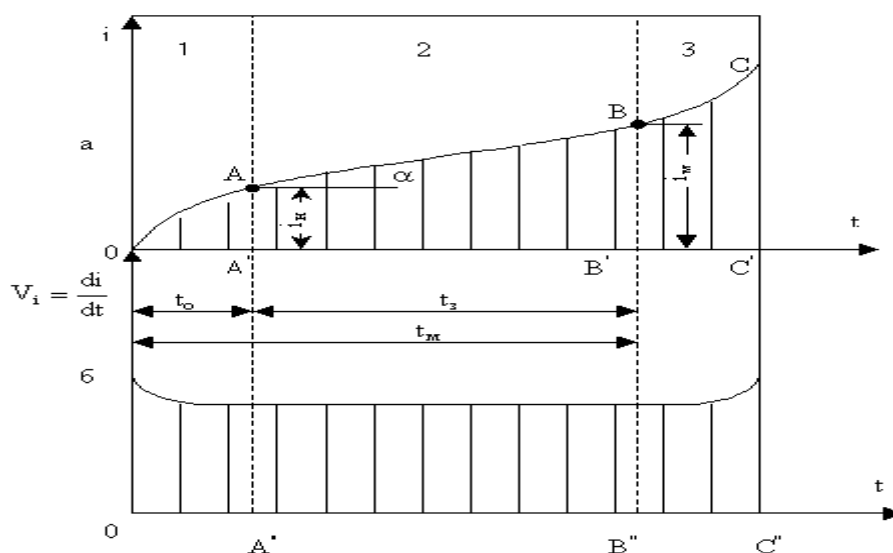


Рисунок 1 - График износа (а) и интенсивности (б) износа по времени работы коленвала (шейки) двигателя:  $i_n$  – износ, соответствующий окончанию приработка;  $i_m$  – износ, соответствующий допустимому зазору в сопряжённых деталях;  $i$  – величина износа;  $t$  – время работы детали

Технический критерий – характеризуется появлением повышенной интенсивности износа или отказа механизма. (Предельная длина 10 звеньев гусеничных цепей составляет Т-4, Т-4А 1790-1800 (1715-1720), ДТ-75М 1800-1900 (1705-1730)).

Качественный критерий – характеризуется изменением (как правило в худшую сторону) качества работы с ростом износа или разрегулировки.

Экономический критерий – принимают, когда изменение износа заметно ухудшает экономический показатель. Технический критерий, как правило, характеризует предельный износ двигателей, агрегатов и деталей тракторов.

#### 4. Влияние износа деталей и узлов на качество работы машин

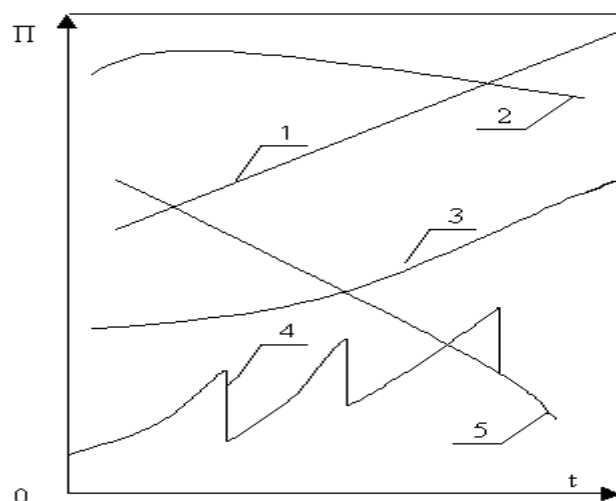


Рисунок 2 - Изменение эксплуатационных показателей  $P$  машин в зависимости от времени  $t$  их работы (в зависимости от их износа или степени разрегулировки): 1 – Среднее отклонение семян от оси рядка; 2 – КПД цепной передачи; 3 – Расход топлива; 4 – Расход картерного масла; 5 – количество срезанных культиватором сорняков.

5. Характеристика планово-предупредительной системы технического обслуживания машин.

Содержание машин в работоспособном состоянии обеспечивается своевременным качественным ТО и ремонтом их.

Техническое обслуживание машин – это комплекс работ, направленный на поддержание исправности и работоспособности при подготовке, использовании машины по назначению, транспортировке и ее хранении.

Техническое обслуживание включает:

- 1) уборочно-моечные,
- 2) заправочные,
- 3) контрольно-диагностические,
- 4) смазочные,
- 5) крепежные,
- 6) регулировочные,
- 7) обкаточные и другие виды работ.

Комбинация разных видов ТО и ремонтов, проводимых в определенной последовательности, а также их планирование и проведение в конкретных условиях эксплуатации с целью обеспечения необходимых показателей качества и количества выполняемой машиной работы, называется системой ТО.

В сельском хозяйстве действует «Положение о планово-предупредительной системе технического обслуживания и ремонта машин», утвержденное Министерством сельского хозяйства РФ и Госкомитетом по производственно-техническому обеспечению сельского хозяйства.

Плановая – потому, что все виды ТО проводят после выполнения строго установленной наработки по заранее составленному плану-графику.

Предупредительная – потому, что она (система) предусматривает строго регламентированную периодичность и обязательный состав технологических операций, которые предупреждают возникновение технических неисправностей, повышенных (аварийных) износов и поломок деталей.

## 6 Особенности комбинированной системы ТО

Комбинированный характер систем ТО приобретает в настоящее время и в ближайшую перспективу, когда научно-технический прогресс способствует повышению надежности машин (для тракторов, решение о постановке на производство которых принято в 1982 г, периодичность увеличена более чем в 2 раза – 60 мото-часов против 125), развитию, постановке на производство и использованию диагностических приборов и установок, которые в свою очередь обуславливают возможность выполнять только часть операций очередного ТО, оставшаяся часть по заключению инженера-диагноста переносится на следующее ТО или по потребности (например, через день, после окончания цикла, например, посева).

В настоящее время в большинстве РТП и хозяйствах пока еще все операции выполняются в соответствии с графиком и технологией ТО (в крайнем случае до ТО-2), а по ТО-3 и ремонту уже по потребности в соответствии заключением диагностов.

## 7 Виды ТО

Конкретный по содержанию комплекс работ по техническому обслуживанию, проводимый с определенной периодичностью или при известной эксплуатационной ситуации (например, переход с летних на зимние условия), называется видом технического обслуживания.

Система ТО включает следующие виды обслуживания:

1. приёмку;
2. обкатку;



3. ежесменное ТО;
4. периодическое ТО;
5. специальное обслуживание (СО);
6. технический осмотр;
7. диагностирование;
8. хранение.

Для тракторов, автомобилей и СХМ предусмотрены следующие виды ТО: ежесменное (ЕТО); первое ТО (ТО-1); второе ТО (ТО-2); третье ТО (ТО-3); сезонное ТО (СТО), а так же ТО при обкатке, транспортировании и хранении.

ТО-3 предусматривается только для тракторов.

Для ряда СХМ (сеноуборочные, жатки и т.д.) не предусмотрено ТО-2, ТО-3 и СТО, а для почвообрабатывающих, посевных, для внесения удобрений и защиты предусмотрены только ЕТО и ТР (текущий ремонт).

Вид ТО и ремонта	Тракторы и самоходные шасси	Комбайны, самоходные и сложные прицепные СХМ	Сеноуборочные жатки, машины по защите, прицепы, сцепки	Почвообрабатывающие, посевные, посадочные, для внесения удобрений и ядохимикатов
ЕТО	+	+	+	+
ТО-1	+	+	+	-
ТО-2	+	+	-	-
ТО-3	+	-	-	-
СТО	+	-	-	-
ТР	+	+	+	+
КР	+	+	-	-

#### 8. Периодичность ТО

Периодичность ТО устанавливают исходя из соблюдения трёх принципов:

1. Операции высшего номера ТО поглощают операции низшего номера;
2. Периодичности отдельных номеров ТО должны быть кратны;
3. Периодичность осмотров с целью проверки технического состояния деталей, узлов, механизмов и агрегатов устанавливаются с учётом остаточного ресурса, определяемого методами и средствами технической диагностики.

Общие документы изложены в виде государственных стандартов:

ГОСТ 7751-88. «Техника, используемая в сельском хозяйстве. Правила хранения.»

ГОСТ 20794-88. «Машины сельскохозяйственные. Правила технического обслуживания.»

ГОСТ 20793-88. «Тракторы сельскохозяйственные. Правила технического обслуживания.»

ГОСТ 18322-86. «Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения.»

Периодичности ТО учитывают:

- в мото-часах, количестве израсходованного топлива или условных эталонных гектарах (это для тракторов);
- в физических гектарах (для с.-х. машин);
- в километрах пробега (для автомобилей);
- в часах основной работы (для стационарных машин).

## Периодичность ТО, в часах работы

Наименование машин	Единица измерения	Периодичность обслуживания		
		ТО-1	ТО-2	ТО-3
Тракторы и самоходные шасси (после 1981 г.)	Мото-час	60(125)	240(500)	960(1000)
Самоходные комбайны и машины	Мото-час	60	240	
Несамοходные комбайны и машины	Часы работы под нагрузкой	60	240	

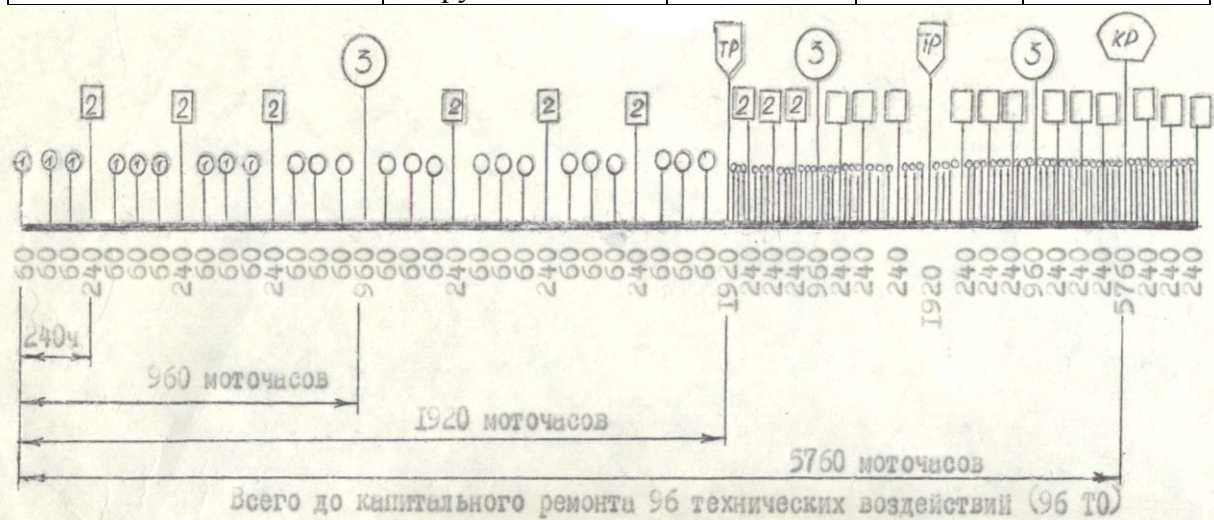


Рис. 1. Схема периодичности системы ТО и ремонта тракторов и самоходных шасси, решение о серийном производстве которых принято до 1981 года

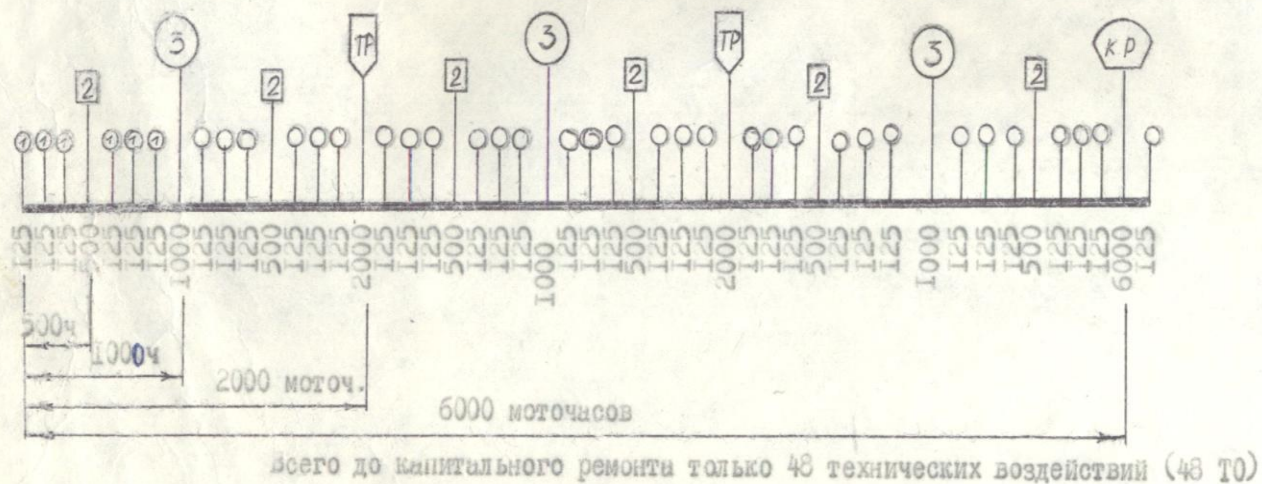


Рис. 2. Схема периодичности системы ТО и ремонта тракторов и самоходных шасси, решение о серийном производстве которых принято после 1981 года.

Периодичность ТО в мото-часах удобна, неграмотка, ее можно запомнить любому лицу обслуживающего персонала и механизаторами. Однако вследствие отсутствия на большинстве тракторов и других машин мото-часов, эта система учета периодичности зачастую не приемлема. По этому введена система учета периодичности ТО по количеству (в кг) израсходованного в процессе работы топлива (дизельного), а также наработки условных эталонных га.

Периодичность и примерная трудоемкость ТО тракторов и самоходных шасси (кг диз. топлива, усл. эт. га, час.).

Марка тракторов или самоходных шасси	Периодичность в литрах израсход. топл. И наработки в у.э.га						Трудоемкость ТО, час		
	ТО-1		ТО-2		ТО-3		ТО-1	ТО-2	ТО-3
	л	у.эт. га	л	у.эт. га	л	у.эт.га	ч	ч	ч
К-701	2700	200	10800	800	43200	3200	2,6	9,1	30
Т-150; Т-150К; ДТ-75С; Т-4А	1400	120	5600	480	22400	1920	2,5	12	25
ДТ-75М	1000	80	4000	320	16000	1280	2,5	8,5	20
Т-74	860	70	3440	280	13760	1120	2,3	8,5	20
МТЗ-80; МТЗ-82А; МТЗ-82Л	600	50	2400	200	9600	800	2,0	7,0	17
Т-40М; Т-40АМ; Т-40АНМ	540	40	2160	160	8640	640	2,0	7,0	17
ЮМЗ-6Л; ЮМЗ-6Л	480	40	1920	160	7680	640	1,7	6,0	15
Т-25А; Т-25АЛ	240	25	960	100	3840	400	1,0	3,0	10
Т-16М	160	15	640	60	2500	240	1,0	3,0	10

Периодичность технического обслуживания некоторых сложных СХМ.

Марка машины	Периодичность (в числителе в га, в знаменателе – в л.израсх.топлива)	
	ТО-1	ТО-2
Дон-1500	150...180/2000	650...720/25000
Дон-1200	120...150/1500	480...600/6400
СК-5	90...100/1020	360...400/4080
СК-6	110...120/1720	440...480/6880
СКД-6	80...90/960	320...360/3240
РКС-6	50/620	-
КС-1,8; КС-2,6	60	-
ККУ-2Д	12	-

Допускаются отклонения от установленной периодичности каждого вида обслуживания (ТО-1; ТО-2; ТО-3) не более чем на 10% для тракторов и 20% - для СХМ.

Сезонное ТО проводится 2 раза в год: при переходе к летним и зимним условиям работы. Критерием проведения СТО принята установившаяся  $t=15^{\circ}$ .

Сезонное ТО (СТО) совмещается с очередным ТО-1, ТО-2, ТО-3.

Новая или капитально отремонтированная машина должна проходить эксплуатационную обкатку. При этом в начальный период эксплуатации (первые 50-60 часов в зависимости от марки машины) машина используется по назначению с неполной нагрузкой. ТО в этот период характеризуется включением дополнительных работ.

ТО при хранении машины проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 7751-86 «Техника, используемая в сельском хозяйстве. Правила хранения»

## 9. Содержание технического обслуживания машин.

### Приемка и досборка СХМ

Приемка и досборка машин: осмотреть, при осмотре проверяется наличие пломб, инструмента, комплектность машины, ее состояние, запасные части. При недостатке или

неисправности составляют акт, который служит основанием для предъявления претензий (рекламаций) заводу-изготовителю или ремонтному предприятию.

#### Обкатка машин

1 Обкатка проводится в два этапа: сначала на холостом режиме, после вводят нагрузочный режим и доводят нагрузку до установленного предела.

2 После приемки (осмотр, подтяжка, устранение подтеканий или неисправностей) начинают обкатку на холостом режиме: 1) сначала двигателя, 2) потом машины в целом. Здесь особо тщательно нужно выбрать режим обкатки, т.к. в этот период интенсивное изнашивание и приработка деталей. После – на нагрузочном режиме.

Продолжительность и режим обкатки машины каждой марки излагаются в инструкциях заводов-изготовителей, которых нужно строго придерживаться при обкатке.

При обкатке проводится ТО, которое состоит из трех этапов:

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

При этом выполняют следующее: проверяют и подтягивают крепежные соединения; проверяют и при необходимости дозаправляют масляные картеры сборочных единиц машин; проверяют натяжение ремней и цепей; механизмы управления; гусеницы, давление в шинах и т.д.

3 Обкатка трактора под нагрузкой длится в среднем 30...50 часов, в основном в три этапа (у разных марок есть отклонения: 2...4 этапа), на каждом этапе под нагрузкой в % от номинальной нагрузки: первый - 25%; второй - 50%; третий - 75%.

На первом и третьем этапах по 25...30% всего времени обкатки, на втором этапе 40% полного времени обкатки.

#### Техническое обслуживание тракторов

Все операции по ТО можно подразделить на семь групп:

1. – очистительно-моечные
2. – контрольно-диагностические
3. – крепежные
4. – заправочные
5. – смазочные
6. – регулировочные
7. – обкаточные

ЕТО состоит из таких видов операций:

1. Очистительно-моечные – наружная очистка трактора от пыли и грязи.
2. Контрольно-диагностические – проверить работоспособность контрольно-измерительных приборов, системы световой сигнализации, звукового сигнала, механизмов управления, тормозов.
3. Крепёжные – проверить и при необходимости подтянуть наружные крепления составных частей.
4. Заправочные – проверить уровни масла, топлива, воды, электролита в картерах и баках и дозаправка их.

#### ТО-1 (ЕТО)+

1. Очистительно-моечные – осуществить мойку трактора; обслужить воздухоочистители по инструкции, очистить поверхности аккумуляторов, клем, корпусов фильтра грубой очистки топлива.
2. Контрольно-диагностические – проверить работоспособность дизеля, проверить герметичность воздухоочистительного и впускного воздушного тракта.
3. Крепёжные
4. Заправочные
5. Смазочные – дозаправить ёмкости маслами и смазать трущиеся сопряжения согласно таблице смазки.

6. Регулировочные – проверить и отрегулировать: натяжение приводных ремней, давление воздуха в шинах.  
ТО –2 (ТО –1) +
  1. Очистительные – моечные - слить отстой из корпуса фильтра тонкой очистки топлива; слить масло из картера дизеля и промыть; очистить и промыть фильтры (все) – масляные, гидросистемы, турбокомпрессора, топливные и т.д.
  2. Контрольно – диагностические – проверить плотность электролита и степень разряженности аккумуляторных батарей;
  3. Крепёжные;
  4. Заправочные;
  5. Смазочные;
  6. Регулировочные – проверить и отрегулировать зазоры клапанов (480-500 м-ч), главное сцепление (480-500 м-ч), механизм блокировки передач, тормозок, механизмы управления поворотом, свободный ход рулевого колеса, тормоза, натяжение гусеничных цепей.  
ТО-3 (ТО-2)+
  1. Очистительно-моечные – продуть ресиверы паром или промыть горячей водой (тракторы с пневмосистемой)
    - очистить от нагара свечу пускового двигателя;
    - очистить и промыть карбюратор пускового двигателя.
  2. Контрольно-диагностические – проверить и при необходимости заменить фильтрующие элементы тонкой очистки топлива; проверить: осевые зазоры в подшипниках поддерживающих катков, осевое перемещение кареток, состояние электропроводки и ТО агрегатов электрооборудования;
  3. Крепёжные – проверить затяжку гаек крепления головки цилиндров;
  4. Заправочные;
  5. Смазочные;
  6. Регулировочные – проверить и отрегулировать: топливный насос и форсунки, угол опережения впрыска топлива, сцепления и механизм автоматического выключения пускового двигателя, приводы управления силовой передачи, сходимость колёс, давление открытия клапанов гидросистемы.
  7. Обкаточные.
- СО (сезонное техническое обслуживание тракторов)
1. Совмещают с очередным ТО-2, ТО-3;
  2. Проводить два раза в год (при +5С0 установившейся температуре);
- Включает следующие операции:
- 1) Замена летних сортов масел, топлива на зимние (наоборот);
  - 2) Очистку радиаторы от накипи;
  - 3) Ряд мероприятий по переводу систем на соответствующий сезон (весенне-летний):
- включают радиатор смазочной системы дизеля;
  - отключают индивидуальный подогреватель от системы охлаждения;
  - устанавливают винт сезонной регулировки реле-регулятора в положение ‘’Л’’ – лето и т.д.

#### Техническое обслуживание СХМ (на примере зерноуборочного комбайна)

- ЕТО соответствует ЕТО трактора;
- Первое ТО: 1) ЕТО; 2) слив отстоя с топливного бака, дозаправка масляных картеров и гидросистемы; 3) регулировка всех основных механизмов комбайна: режущего аппарата, шнека жатки, пальчикового механизма, мотовила, предохранительных муфт, соломо- и половонабивателя, решетного стана, вентиляторов, механизмов копнителя (клапан, днище), элеваторов, бункера и его механизмов, молотильного аппарата,

натяжение ремней и цепей, рулевого механизма, сцепления двигателя и главного тормоза комбайна, давления в шинах.

- Второе ТО: 1) ТО-1; 2) замена масла в картере двигателя; 3) очистка и промывка воздухоочистителя; 4) фильтра грубой очистки двигателя; 5) проверка уровня тормозной жидкости; 6) свободный ход педалей.

- Послесезонное ТО: 1) несмотря на то, подошел ли срок ТО-1 или нет, после сезона ТО-1 проводят обязательно; 2) наружная очистка и мойка; 3) безразборная проверка (диагностирование) с целью установления возможности эксплуатации без ремонта (заключение диагноста об оставшемся ресурсе комбайна). Если комбайн не нуждается в ремонте, проводят операции подготовки к длительному хранению, ставят на хранение

Если комбайн нуждается в ремонте, то нужно ремонтировать сразу же после окончания уборочных работ, т.е. в продолжение послесезонного ТО.

#### Техническое обслуживание автомобилей

Элементы ТО автомобилей и тракторов аналогичны.

Ежесменное ТО состоит из трех групп операций:

1. очистительно-моечные, заправка, смазывание и контрольный осмотр по возвращению в гараж;

2. контроль в пути и на остановках;

3. проверка автомобиля перед выездом на линию.

Первое ТО: 1) ЕТО; 2) проверка сборочных единиц (без снятия); 3) проверка электрооборудования; 4) проверка тормозной системы; 5) проверка рулевого управления.

Второе ТО: 1) ТО-1; 2) проверка узлов и агрегатов со снятием с машин; 3) смена масла в картере двигателя.

Сезонное ТО совмещается с ТО-1 или с ТО-2 и дополнительно смена по сезону масла, охлаждающих жидкостей, регулировки, подкраска повреждений краски.

#### Периодичность ТО автомобилей:

ЕТО – один раз в сутки;

ТО-1 – по пробегу: легковых – 2,5 тыс.км;

грузовых – 1,75 тыс.км;

специальных – 1,5 тыс.км

ТО-2 по пробегу: легковых – 10,5 тыс.км;

грузовых – 7,0 тыс.км;

специальных – 6,0 тыс.км

Если автомобили работают на обслуживании ферм, бригад, по территории, то ТО-1 проводят два раза в месяц, ТО-2 – один раз в два месяца.

#### Особенности ТО в холодное время и в особых условиях

Возрастает объем работ, выполняемых зимой, особенно с интенсификацией технологий (завоз удобрений химических и органических, их внесение, обмен семенным фондом, стройматериалами, ГСМ и т.д.). Сейчас около 65% автотракторного парка более 5 месяцев работают при  $t < 0^{\circ}\text{C}$ .

Износцилиндро-поршневой группы за каждый запуск двигателя в холодное время эквивалентен износу при работе 8...11 часов в нормальных (теплых) условиях, при подогревом двигателя (зимой) износ при запуске в 105...2 раза меньше.

При понижении  $t^{\circ}$  воздуха от  $+20$  до  $-20^{\circ}\text{C}$  крутящий момент, необходимый для проворачивания коленвала, возрастает более, чем в 4 раза!

Снижение  $t^{\circ}$  охлаждающей жидкости в дизельном двигателе с  $85$  до  $45^{\circ}\text{C}$  обуславливает снижение эффективной мощности на 5...6% и повышение расхода топлива на 6...7%, а карбюраторных двигателей соответственно – на 8...9% и на 15...20%

При низкой  $t$  охлаждающей жидкости в процессе сгорания смеси образуются смолистые и окисляющие вещества, обуславливающие нагарообразование, коррозию и в связи с этим интенсивный износ цилиндно-поршневой группы, залегание колец и т.д.

Установлено, что снижение  $t$  охлаждающей жидкости от номинальной ( $90...80^{\circ}$ ) до  $+55^{\circ}$  увеличивает износ в 4 раза; снижение до  $40^{\circ}$  – в 12 раз, до  $+30^{\circ}$  – в 20 раз.

#### Основные требования зимней эксплуатации:

1. – применение зимних марок топлива, масел, охлаждающих жидкостей;
2. – применение предварительного подогрева двигателя перед пуском, а также поддержание  $t$  в течение межсменной стоянки.
3. – применение низкотемпературной жидкости (антифриза) – это различные растворы спиртов, глицерина и воды. Наиболее распространена смесь этиленгликоля и воды двух марок: 40 и 65, имеющих  $t$  замерзания  $40^{\circ}$  и  $65^{\circ}$

Но эти растворы быстро разъедают внутреннюю полость системы охлаждения: прокладки, уплотнения, втулки и т.д.

Для этого в эти растворы добавляют антикоррозионные присадки (для резины + текстиль + пластмассы и т.д.) – тосол (голубого цвета). Сейчас «Кировцы» заправляются тосолом, а «Икарусы» – антифризом (80 лмтров), он сильно разъедает и засоряет систему.

#### Антифриз – ядовитое вещество – осторожно.

Антифриз заливать на  $5...8\%$  меньше, чем емкость системы – большой коэффициент объемного расширения.

4. В картеры трансмиссии и ходовой части зимнюю смазку, а при ее отсутствии летние сорта разбавить дизтопливом.

5. Для тормозов с гидропроводом тормозная жидкость при  $t^{\circ} = -50^{\circ}\text{C}$  не должна превышать вязкость 1500 сСт и  $t$  застывания не выше  $-65^{\circ}\text{C}$ .

Динамическая вязкость – сила внешней среды в единицу длины, обуславливающая смещение слоев площадью в один см.кв., на расстояние один см. со скоростью в 1см/с – есть Пуаз. Это единица динамической вязкости. Кинематическая вязкость в стоксах или сантистоксах. Стокс – кинематическая вязкость жидкости плотностью в один гр/см.куб. и динамическая вязкость в 1 Пуаз.

6. При очень низкой  $t^{\circ}$  рекомендуется даже к зимнему дизтопливу добавлять тракторный керосин:  $t = -20^{\circ}...-30^{\circ}$  – 10% керосина;  $t = -30^{\circ}...-35^{\circ}$  – 25% керосина

Проверять наличие в топливном баке воды-конднсата и удалять ее – за зиму добавлять 2-3 раза спирта-денатурата – он обеспечивает незамерзаемость конденсата, на ночь баки плотно закрывают.

7. Поддон воздухоочистителя зимой необходимо заправлять смесью из профильтрованного зимнего картерного масла (70%)

и зимнего дизтоплива (30%)

В качестве охлаждающей жидкости в зимнее время иногда используют зимнее дизтопливо. Преимущества: 1) полная гарантия от незамерзания двигателя (в зимнее время дизтопливо замерзает при  $t = 35...45$ , и принимает вид рыхлой массы, не увеличивающейся в объеме и не разрывающей двигатель); 2) заправлять только один раз в зиму; 3) теплоемкость у дизтоплива ниже, чем у воды, поэтому легче поддерживать тепловой режим; 4) создает защитную пленку от коррозии.

#### Недостатки: 1) повышенное старение резиновых деталей системы

При зимнем хранении вне гаража для обеспечения проворачивания коленвала в картерное масло добавляют зимнего дизтоплива: на каждые  $3^{\circ}$  отрицательной  $t$  добавляют 1% дизтоплива. В трансмиссионное масло тоже добавляют дизтопливо, но 10%.

Можно также добавлять бензин в картерное масло. Преимущество бензина в том, что легко запускается двигатель, а когда он разогрелся, бензин испаряется и масло приобретает исходные свойства и состав.

#### Электрооборудование:

1. Генератор регулируют на силу тока 10...12А при средних оборотах коленвала двигателя.
2. Электролит доводят до плотности 1,27...1,30. Плотность проверяют раз в неделю.
4. Разряженные батареи более чем на 25%дозаряжают или заменяют. Зарядное напряжение генератора повышают на 0,5...1,2 В.

#### Гидросистема:

1. Температурный режим нужно выдерживать. Холодное масло пенится и вызывает ударные нагрузки в нагнетательной линии, на подшипниках насоса. В связи с этим насос включают после прогрева двигателя (после прогрева двигатель глушат и включают насос).
2. Для прогрева масла в гидросистеме необходимо дать насосу проработать 3...5 минут, затем, не включая рукояток распределителя производят несколько подъемов и опусканий навешенной машины, после чего включают одну из рукояток в положение "подъем" и задерживают 1...2 минуты. Эти операции повторяют до  $t = 20...30^{\circ}\text{C}$ . Оборудуют дистанционным термометром.
3. Для прогрева двигатель комплектуется подогревателем (или отдельно приобретают). Подогреватели от аккумуляторов 12 В. Подогрев и пуск двигателя при  $t = -40^{\circ}\text{C}$  длится 30 минут.

#### ТО при хранении, техосмотр

Хранение – этап эксплуатации машин, в течение которого ее временно не используют (в нерабочее время). Правило хранения предусматривает совокупность мероприятий, направленных на предотвращение потерь работоспособности и ухудшения свойств и показателей их в нерабочее время. Перед постановкой на хранение, во время хранения и после снятия с хранения проводят техосмотр и ТО.

Техосмотр – процесс обследования без разборки для заключения о дальнейшей ее эксплуатации (диагностирование об оставшемся ресурсе, потребности в ремонте).

Применяются техосмотры:

- перед началом полевых работ;
- в ходе работ;
- по окончании сезона (цикла);
- при ТО;

В настоящее время и на ближайшую перспективу техосмотр должен выполняться с использованием методов и установок диагностик



## 1.5 Лекция № 3 (1 час).

### Тема: «Техническое диагностирование машин»

#### 1.5.1 Вопросы лекции:

1. Основные понятия и определения.
2. Виды, периодичность и содержание диагностирования.
3. Технические средства диагностирования и их классификация
4. Технология диагностирования тракторов и дизельных двигателей.
5. Прогнозирование технического состояния машин по результатам диагностирования.

#### 1.5.2 Краткое содержание вопросов:

1. Основные понятия и определения

«Диагностика» - diagnostikos – способный распознавать (греч.)

Техническая диагностика – отрасль науки, изучающая и устанавливающая методы и средства определения неисправности машин и механизмов, обеспечивающая прогнозирование ресурса их безотказной работы.

Техническое диагностирование – процесс распознавания технического состояния и свойств машины по характерным косвенным (диагностическим) показателям без разборки машины или ее сборочных единиц.

В соответствии с ГОСТом 22631-87 диагностирование является составной частью системы ТО и ремонта машин и должно обеспечивать их проведение по фактическому техническому состоянию.

Технический диагноз – заключение о техническом состоянии машины (узла, агрегата) в целом, осуществляемое на основе анализа параметров технического состояния объектов диагностирования.

Прогноз – раздел диагностики, предусматривающий на основе проведенного анализа заключение о состоянии машины в будущем. Это заключение делается с учетом того, что установленная закономерность работы и износа машины и узлов не меняется и в дальнейшем.

Техническое состояние машины (узла, агрегата) оценивается параметрами состояния машины, которые подразделяются на структурные и диагностические.

Параметры состояния машины

Структурный параметр – это физическая величина, непосредственно характеризующая техническое состояние машины, например размеры сопряженных деталей и зазоры между ними. Эти параметры определяются замерами.

Диагностический параметр – также физическая величина, но она косвенно характеризует состояние машины, например, количество прорывающихся газов в картер, мощность двигателя, угар масла, посторонние стуки характеризуют состояние кривошипно-шатунного механизма и т.д. Контролируют их при помощи средств диагностики. Диагностические параметры отражают структурные параметры. По диагностическим параметрам судят о структурных параметрах.

Структурные и диагностические параметры машины подразделяются:

Номинальные – у новых и капитально отремонтированных машин и узлов после их обкатки.

Допустимые параметры – это параметры, при которых сопряжения, узлы, механизмы оставляют еще без ремонта, регулирования или других профилактических воздействий до следующего контроля.

Предельные параметры – это параметры, при которых дальнейшее использование машин, узлов, агрегатов недопустимо по тех. условиям или нецелесообразно по технико-экономическим данным (резко меняется производительность, качество работы и др.)

Положения, определяющие назначения и возможности диагностирования при ТО и ремонте.

Место диагностирования в системе (по времени в системе ТО) – перед основными операциями технических воздействий на машины (перед ТО и ремонтом, проведение конкретных обслуживающе-ремонтных воздействий по измерению параметров технического состояния машин перед их демонтажем), а также после выполнения ТО и ремонта.

Общая задача – определение технического состояния машин.

Конкретные задачи – проверка работоспособности, возможности эффективного управления процессами ТО и ремонта.

Техническая диагностика МТП ставит и решает следующие задачи:

- проверка основных эксплуатационных показателей (мощность, расход топлива, обороты двигателя и др.). Определение остаточного ресурса машин и степени готовности их к выполнению механизированных работ, выявление возможных отказов;
- установление вида и объема работ по ТО и ремонту машины после выполнения ею предельной наработки после последнего ТО или ремонта;
- осуществление контроля качества профилактических операций при проведении ТО;
- Выявление причин образования и мест устранения неисправностей машин, возникающих в процессе эксплуатации.

Цель – сокращение издержек на ТО и ремонт за счет выполнения комплекса работ в строгом соответствии с техническим состоянием данной машины.

Значение - техническая и прочая эффективность технической диагностики определяется результатами ее внедрения, которое обуславливает:

- сохранение номинальных рабочих характеристик машин в течение всего срока службы;
- снижение затрат за счет устранения отказов, т.е. снизить простои машин по техническим неисправностям;
- исключение выполнения ненужных операций при ТО;
- устранение преждевременной разборки агрегатов и узлов, которая вызывает интенсификацию износа деталей, сопряжений.

При одном и том же времени (наработки) работы износ при преждевременной разборке увеличивается на величину

- полное использование межремонтного ресурса, что обуславливает сокращение расхода запчастей;
- определение качества ТО и ремонта без разборки узлов и сочленений;
- уменьшить расход топлива и средств на содержание техники.

Основные этапы технологического процесса диагностирования и ТО машин

№ этапа	Этапы	Результаты по этапам
1	Подготовка машины: мойка, дозаправка, пуск, прогрев и т.д.	Подготовка к диагностированию объекта
2	Определение технического состояния: диагностирование	Заявки на обслуживание машины
3	Оценки производственных условий	Плана обслуживания машины
	Анализ информации	

	Принятие решения	Выполнение заявки (полное или частичное)
4	Исполнение решения: проведение ТО или ремонта	Выявление брака в обслуживании или ремонте, возвращение на устранение брака
5	Проверка качества выполнения решения	

Дать пояснение и интерпретацию этой схемы.

## 2. Виды, периодичность и содержание диагностирования

Различают следующие виды диагностирования:

1 Функциональное – при котором диагностируют в основном технико-экономические показатели функционирования машин (мощность двигателя, удельный расход топлива, частоту вращения коленвала и др.)

2 Структурное – зазоры в сочленениях и другие параметры, определяющие состояние узла или машины.

3 Ресурсное – при этом виде диагностируют износное состояние агрегатов и механизмов с целью прогнозирования остаточного ресурса и выявления возможности дальнейшей работы узлов, машиныны или необходимости обслуживающеремонтного воздействия.

Таблица 1 - Виды и периодичность технического диагностирования МТА

№	Комплексные виды диагностирования	периодичность	Цель диагностирования
1	Функциональное диагностирование работоспособности (готовность к функционированию машин, Дс, Де, Дос, Дзв)	При пониженных эксплуатационных показателях работы машин; при техосмотрах сезонных и др.	Проверка технико-экономических показателей машин, выявление потребности регулировках или диагностике неисправностей
2	Структурное диагностирование неисправностей механизмов машины (поэлементное: Д1, Д2, Д3, Дзв, Де)	При ТО-1 и ТО-2 (частичное); при ТО-3 полное	Проверка технического состояния и выявление неисправностей механизмов машин
3	Ресурсное диагностирование долговечности (прогнозирование ресурса: ДЗ, Др, Дмр)	При ТО-3; в процессе межремонтной работы	Определение остаточного ресурса машины (механизмов, узлов), выявление потребности и объема работ на ТО и ремонт

Условные обозначения: Де – диагностирование при ЕТО; Д1– при ТО-1; Д2– при ТО-2; ДЗ – при ТО-3; Дс – при СТО; Дрм – при ремонте; Дос – при техосмотре; Др – при определении остаточного ресурса; Дзв – при поступлении заявок на устранение отказов.

Таблица 2 -Объекты и виды диагностирования

№ п/п	Объекты диагностирования	Виды диагностирования						
		Де	Д1	Д2	ДЗ	Дс	Др	Дрм
1.	Сборочное диагностирование							
2.	Двигатели.....	+	+	+	+	+	+	+
3.	Силовая передача, механизм управления и тормоза.....	+	+	+	+	-	+	+
4.	Ходовая система.....	+	+	+	+	-	+	+
5.	Гидросистема.....	+	+	+	+	-	+	+
6.	Электрооборудование.....	+	+	+	+	+	+	+
6.	Рабочее оборудование.....	+	+	+	+	-	+	+
1.	Составные части сборочных единиц							
2.	Кривошипно-шатунный механизм.....	-	-	-	+	-	+	-
3.	Механизм газораспределения.....	-	-	+	+	-	-	-
4.	Система смазки.....	+	+	+	+	+	-	+
5.	Система охлаждения .....	+	+	+	+	+	-	+
6.	Система очистки воздуха.....	-	+	+	+	-	-	+
7.	Топливная аппаратура.....	-	-	+	+	-	-	+
8.	Пусковой двигатель.....	+	+	+		+	+	-
9.	Муфта сцепления.....	-	-	+	+	+	+	-
10.	Движители.....	-	-	+	+	-	+	-
11.	Подвеска.....	-	-	-	+	-	+	-
12.	Ведущие и направляющие колеса	-	+	+	+	-	+	-
13.	Передний и задний мосты трактора.....	-	-	-	+	-	+	-
14.	Главная передача.....	-	-	-	+	-	+	-
15.	Аккумулятор.....	-	-	+	+	+	-	-
16.	Стартер.....	-	-	-	-	+	-	-
17.	Реле-регулятор.....	-	-	-	+	+	-	-
17.	Контрольно-измерительные приборы.....	+	+	+	+	+	-	-

Из условий оптимизации диагностирования, механизации расхода времени и средств на диагностирование, было бы идеальным наличие одного-двух-трех обобщенных параметров, характеризующих работоспособность и остаточный ресурс диагностируемой машины. Однако, как следует из таблицы 20.2, современное диагностирование гораздо сложнее, еще пока мало эффективно, что объясняется, прежде всего, малым вниманием к этому вопросу науки и производственной инженерии; сложностью таких машин, как трактор, комбайн и другие; малой унификации деталей различных узлов и агрегатов, а также неодинаковым ресурсом различных агрегатов, а также неодинаковым ресурсом разных агрегатов одной и той же машины.

#### Содержание диагностирования

Определяется (изложено) «Типовым перечнем диагностических работ при ТО и ремонте».

Например, диагностирование при ТО-1 (Д1) включает следующее:

#### а) при неработающем двигателе

- масса осадка в роторе центрифуги (масляной);
- качество моторного масла (по осадкам центрифуги);

- натяжение ремней привода вентилятора, генератора, компрессора;
- разряженность аккумуляторных батарей;
- работоспособность систем освещения и сигнализации;
- свободный ход рулевого колеса;
- полный ход рычагов и педалей управления;
- усилие на ободе рулевого колеса, на рычагах и педалях управления;
- давление воздуха в шинах.

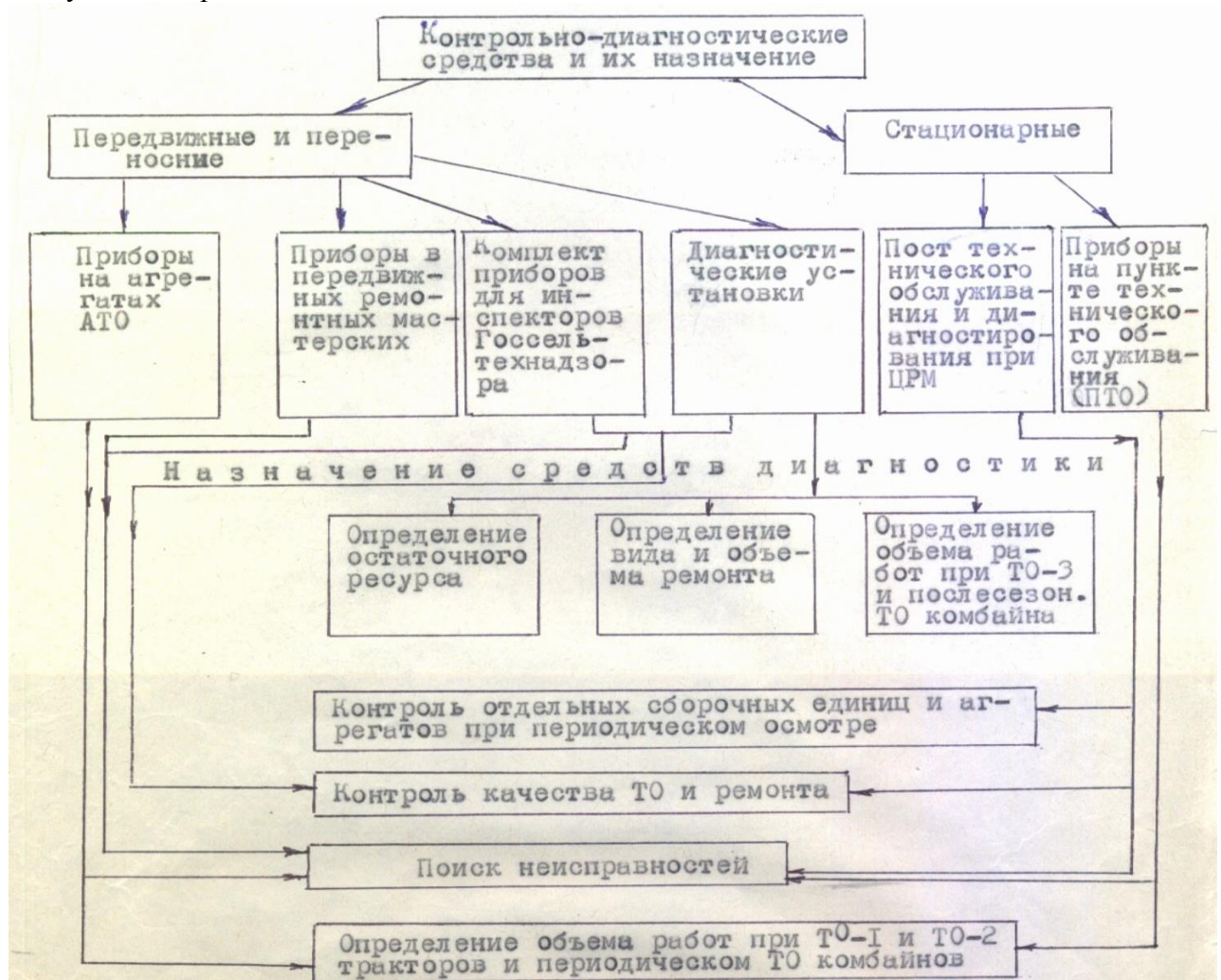
**б) при работающем двигателе**

- продолжительность запуска двигателя в работу;
- давление масла в главной магистрали системы смазки;
- параметры вибрации и шума;
- зарядный ток генератора;
- засоренность воздухоочистителя;
- герметичность впускного воздушного тракта двигателя;
- работоспособность составных частей трактора, механизмов управления и тормозов;
- продолжительность вращения ротора центробежного маслоочистителя (центрифуги) после остановки двигателя.

Для других видов диагностики существует свой «Типовой перечень»

**3. Технические средства диагностирования и их классификация.**

Все технические средства диагностирования ГОСНИТИ классифицируются следующим образом:



Это простая, понятная схема, по минимуму достаточная, но в ней не отражены такие аспекты диагностирования, как время, необходимость и возможность диагностирования.

Поэтому были предложены другие схемы классификации средств диагностики, например:

По типу исполнения, монтажу на машине и назначению средств диагностирования:

Встроенные средства диагностирования. Установлены постоянно на тракторах, машинах не только для проверки работоспособности, но и как средство технического диагностирования. Приобретают все большее распространение.

Автономные средства диагностирования. Они входят в комплект передвижной диагностической установки КИ-427 ОА ГОСНИТИ на шасси автомобиля УАЗ-452. Средняя продолжительность определения состояния трактора без регулировок – 2 часа, с регулировками – 6 часов, годовая производительность – 150...200 тракторов в год.

КИ-427 ОА состоит в основном из комплекта КИ-5308А, который включает 43 прибора. Этот же комплект КИ-5308А устанавливает в основном на посту ТО и пунктах ТО. Для осмотра при всех ТО и ТО-3, для контроля качества ремонта в мастерских с программой не менее 100 тракторов. Она работает в комплексе с установкой КИ-1935 для загрузки двигателя при определении мощности и экономических показателей. Установку КИ-1935 можно использовать для пуска двигателя и проворачивания трансмиссии. Для отдельных элементов диагностирования тракторов выпускается: КИ-13901, КИ-1573, КИ-5308. КИ-13901 оснащен 21 прибором, 16 из которых входят также и в КИ-4270 (КИ-5308А).

Прибор ИМД (из комплекта «Импульс-12») – для измерения мощности двигателя и каждого цилиндра. Действие основано на измерении углового ускорения разгона двигателя до достижения частоты вращения коленвала близкой к номинальной (80...90%). По произведению ускорения на приведенный момент инерции судят о крутящем моменте и, следовательно, о мощности двигателя. Преимущества: показания с высокой точностью; быстро – за 1...2 секунды; продолжительность установки, измерения и отклонения – 2 минуты.

Электронный малогабаритный диагностический прибор ЭМДП-3: уровень вибрации двигателя, частоту вращения коленвала; угол опережения и продолжительность подачи топлива, температуру воды и масла, прослушивать шумы двигателя.

Смешанные средства диагностирования. Датчики оценки технического состояния агрегатов таких средств монтируют непосредственно на тракторе, указатели (индикаторы) находятся вне его и представляют собой автономные приборы. К ним относятся: тормозные диагностические стенды КИ-8927; КИ-4935, а также автоматизированные диагностические установки типа «Урожай».

КИ-8927 предназначен для диагностирования тракторов типа «Кировец», «Беларусь», Т-40 с парком не менее 100 тракторов и на СТОТ. Он позволяет диагностировать тягово-экономические и тормозные качества генераторов, гидросистем.

КИ-4935 – тоже, но для тракторов Т-74, Т-4А, ДТ-75, ДТ-74, Т-40 и МТЗ-80.

«Урожай-1Т» – для оценки технического состояния тракторов и определения необходимости выполнения регулировочных операций при ТО-3. Используют на СТОТ. Дает прогноз остаточного ресурса и команды на выполнение регулировок в виде высвечивания надписей «Норма», «Регулировать», «Очистить фильтр», «Ремонтировать», а при прогнозировании – в виде числа часов (литров) на цифровом индикаторе.

#### 4. Технология диагностирования тракторов и дизельных двигателей.

##### Этапы диагностирования

Технология диагностирования состоит из трех этапов:

- 1) подготовительный; 2) основной; 3) заключительный.

Подготовительный – очитка и мойка машины, установка ее на ПТО, внешний осмотр и занесение результатов в контрольно-диагностическую карту; выполнение некоторых операций ТО; монтаж датчиков и измерительных приборов.

Основной – устанавливают необходимые режимы работы двигателя, измеряют параметры технического состояния, заносят результаты измерения в контрольно-диагностическую карту.

Заключительный – ставят диагноз, в результате которого определяют характер и объем необходимых работ по поддержанию машины в работоспособном состоянии, прогнозируют остаточный ресурс сборочных единиц и агрегатов, снимают приборы и датчики с машины (трактора).

В целях снижения простоев МТА и повышения эффективности использования средств диагностики периодическую плановую проверку состояния машин приурочивают к плановому ТО. Регулировочные и мелкоремонтные операции выполняют по необходимости в соответствии с результатами диагностирования. При ТО-1 и ТО-2 все диагностические операции выполняют мастера-наладчики. В контроле состояния машин и выполнении ТО участвуют тракторист-машинист и слесарь. Мастер-наладчик выполняет наиболее сложные контрольно-диагностические и регулировочные операции и руководит всем звеном, слесарь помогает мастеру-наладчику.

При ТО-3 после межремонтной наработки сложные диагностические и регулировочные операции выполняет мастер-диагност. Он анализирует результаты диагностики, по которым устанавливает виды и объем работ по ТО и ремонту, а также определяет остаточный ресурс, заполняет контрольно-диагностическую карту.

При отсутствии явных признаков неисправности диагностирование новых тракторов при ТО-3 не производится, т.к. такие тракторы удовлетворительно работают 2000 моточасов и более.

При возникновении неисправностей и отказов, проводят диагностирование причинное (внеплановое). Его надо начинать с более вероятных причин, элементов (перегрев двигателя – радиатор; помпу; ремень). Можно пример со стуками в двигателе из-за повреждения подшипников в генераторе.

Если обнаружены неисправности, то нужно прежде всего найти причины их возникновения.

По содержанию в масле кремния (пыли, земли) судят о состоянии воздухоочистителя, настоящем и будущем состоянии механизмов двигателя.

Способы диагностирования двигателя.

По мощности

-Тормозной. Тормозные установки, их много марок. Через реактивную силу и опрокидывающий момент определяется мощность двигателя. Определяется также расход топлива.

-Порционный – заключается в испытании двигателя по частям, но с полной цикловой подачей топлива. В этом случае двигатель работает с частью включенных цилиндров, нагрузка работающих цилиндров обеспечивается частично за счет прокручивания выключенных цилиндров и частично тормозной установкой: много вариантов порционного метода, которые отличаются друг от друга величиной тормозной догрузки.

-Дифференциальный способ позволяет определить отклонение мощности от номинального значения по отдельным цилиндрам. Нагружение работающего цилиндра производится за счет выключения цилиндров самого двигателя до такой степени, что для вращения и вывода на номинальный скоростной режим необходимо подключение внешнего источника энергии. Для этого может быть использован небольшой стенд в режиме электродвигателя. В принципе падение мощности (отклонение от номинальной)

компенсируется внешним источником (электродвигателем). Сколько вводим мощности из вне, столько ее не хватает в двигателе, т.е. на столько отклонение от номинала.

-Бестормозной метод при неустановившемся режиме. Метод СибиМЭ. Выключение всех (или группы) цилиндров и работа только на одном цилиндре (для четырехцилиндрового) или на двух (для шестицилиндрового). Работа на одном цилиндре при выключенных остальных (можно работать на двух у шестицилиндрового, на одном у четырехцилиндрового). Один цилиндр полностью загружен прокручиванием выключенных цилиндров.

Важнейшим условием получения надежных результатов – соблюдение теплового режима работы двигателя. Температура охлаждающей воды должна быть не ниже 75°C. используемый прибор «ИМД», «ИМД-Ц», «Импульс-12».

-Безтормозной метод при установившемся режиме – это метод Ждановского.

По количеству железа в картерном масле

Анализ состояния двигателя и остаточный моторесурс можно определить по количеству железа в масле. Правая часть номограммы зазор а (ордината) в зависимости от содержания железа в масле m (абсцисса). Левая часть номограммы – зависимость зазора а от времени работы t.

Например при наличии железа в масле 3,8 г в двигателе (отработано около 1,8 тысмоточасов и остаточный моторесурс 3,2 тысмоточасов).

-По содержанию кремния в картерном масле

По этому показателю анализ проводят аналогично предыдущему (по железу в масле). По этому показателю судят о настоящем и скором будущем состоянии механизмов двигателя.

По расходу картерных газов – КИ-1367-1

По давлению масла в главной магистрали – КИ-13936.

По разрежению в надпоршневом пространстве – вакуум-анализатор КИ-5315.

По суммарному зазору в КШМ – КИ-13933.

По неплотности клапанов газораспределения – компрессорно-вакуумная установка КИ-13907 и индикатор КИ-13671.

По разрежению в надпоршневом пространстве пускового двигателя - КИ-5315.

По загрязненности фильтра тонкой очистки топлива, износу подкачивающего насоса и перепускного клапана – КИ-13943.

По параметрам состояния топливного насоса – КИ-16301 манометрический.

По параметрам турбокомпрессора – на слух и секундомером.

По расходу топлива (тормозная КИ-4935, КИ-8948, ИМД -Ц) и мощности двигателя («Импульс»).

По относительной неравномерности работы регулятора частоты вращения – насосы УТН-5, 240Б, 238НБ.

Частота вращения коленвала, соответствующей максимальной эффективной мощности двигателя – с помощью сигнализатора начала действия регуляторов частот вращения (насосы УТН-240Б, 238НБ), неисправности нагружения цилиндров двигателя.

Зазор в подшипниках коленвала; зазор в поршневых пальцах; зазор между поршнем и цилиндром; зазор в газораспределительном клапанном механизме – электронным малогабаритным диагностическим прибором ЭМДП, который работает по принципу шумомера и вибрации (дать комментарии о принципах работы прибора и его использовании).

5. Прогнозирование технического состояния машин по результатам диагностирования.

В соответствии с ГОСТ 20911-89 по результатам технического диагностирования производится прогнозирование остаточного ресурса составных частей агрегатов машин.



Остаточный ресурс (срок службы) рекомендуется определять графическим и расчетным путем.

Для определения остаточного ресурса  $t_{\text{ост.}}$  сборочных единиц машины графическим путем необходимы следующие данные:

$t$  – наработка машины (из формуляра или паспорта машины), ч;

$\Pi_{\text{ф}}$  – фактический износ сборочной единицы (по результатам непосредственных измерений), мм;

$\Pi_{\text{д}}$  – допустимый износ сборочной единицы (из технической документации на машину), мм;

$\Pi_{\text{о}}$  – относительный износ сборочной единицы, %, вычисляемый по формуле

$$\Pi_{\text{о}} = \frac{\Pi_{\text{ф}}}{\Pi_{\text{д}}} \cdot 100\%$$

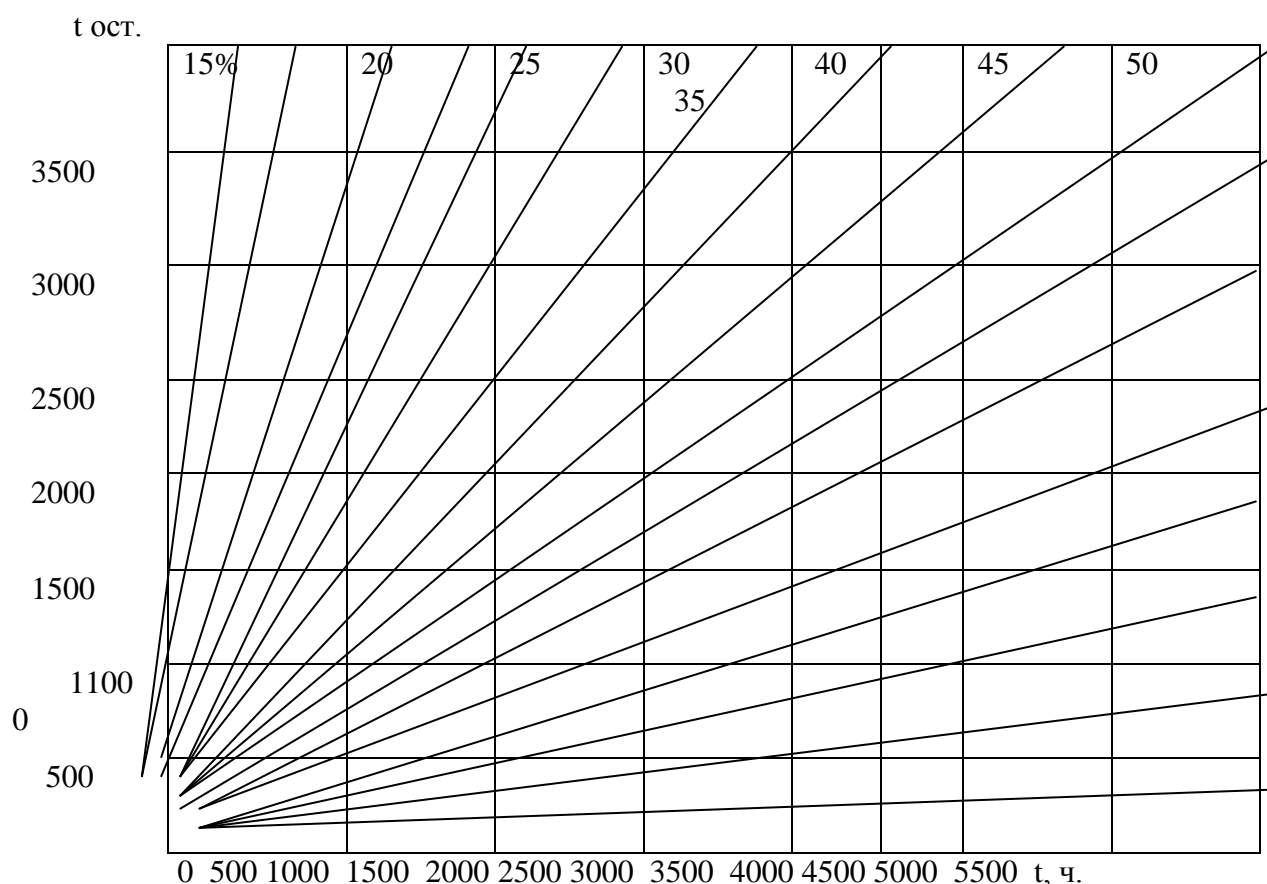


Рисунок 1 - Схема определения остаточного срока службы

Далее на оси абсцисс следует отложить значение  $t$  и восстановить перпендикуляр до пересечения с линией, соответствующей относительному износу  $\Pi_{\text{о}}$ . По оси ординат определяется остаточный ресурс  $t_{\text{ост.}}$

Определение остаточного ресурса сборочных единиц (агрегатов) машин расчетным путем следует производить в следующей последовательности:

В соответствии с ГОСТ 20911-89 изменение любого параметра состояния в пределах от номинального до предельного значения может быть выражено следующей функцией:

$$\Pi_{(t)} = V_{\text{с}} \cdot H_{\text{а}} + \Pi$$

где  $\Pi_{(t)}$  – изменение параметра к моменту контроля;  
 $V_{\text{с}}$  – скорость изменения параметра;  
 $H$  – наработка;

$a$  - показатель степени, определяющий характер зависимости изменения параметра от наработки;

$\Pi$  – показатель изменения параметра состояния за период приработки.

Для прогнозирования остаточного ресурса узлов и деталей строительных машин необходимо знать показатель  $a$ , определяемый заранее на основе собранной информации о характере потери работоспособности. Ориентировочно значение показателя  $a$  для типовых случаев колеблется от 0,8 до 2,0.

В зависимости от наличия исходных данных могут быть приняты два варианта конкретного расчета остаточного ресурса.

Первый вариант. Известна общая наработка диагностируемого узла или детали  $N_0$  и общее изменение характеристики  $\Pi(t)$  к моменту расчета. Тогда

$$T_{\text{ост}} = N_0 \sqrt[a]{\frac{\Pi_n}{\Pi(t)}} - 1$$

где  $\Pi_n = A_n - A_n$ ; здесь  $A_n$  – предельное значение браковочного параметра;

$A_n$  – номинальное значение параметра;

$\Pi(t) = A_z - A_n$ ; здесь  $A_z$  – замеренное значение браковочного параметра.

Второй вариант. Известны сведения о промежуточной наработке  $N_{\Pi}$  между двумя диагностированиями и сведения о первом и втором замеренных значениях браковочного параметра  $A_{z1}$  и  $A_{z2}$ . Тогда

$$T_{\text{ост}} = R \cdot N_{\Pi}$$

$$R = \frac{1}{\sqrt[a]{\frac{I_{\Pi}}{I_e}} - 1} + 1$$

где

$$N_{\Pi} = N_{\Pi} \left( \sqrt[a]{\frac{\Pi_{\Pi}}{I_{\Pi}}} - 1 \right)$$

$\Pi_{\Pi}$  – по формуле первого варианта;

$I_e = (A_{z1} - A_n)$ ;  $I_{\Pi} = (A_{z2} - A_n)$

### 1.6 Лекция №3 (0,5 часа).

**Тема: «Производственная база технического обслуживания и диагностирования машин в сельском хозяйстве»**

#### 1.6.1 Вопросы лекции:

1. Служба и база технического обслуживания.
2. Характеристики стационарных пунктов и постов ТО.
3. Классификация и характеристика передвижных средств ТО и их назначение.
4. Выбор средств ТО и экономическая оценка их применения.
5. Концепция развития технического сервиса в сельском хозяйстве.

#### 1.6.2 Краткое содержание вопросов:

1. Службы и база технического обслуживания машин.

Совокупность технических средств, предназначенных для обслуживания МТП, является его материально-технической базой. Она является составной частью общей материально-технической базы инженерной службы хозяйства (куда входит также база ТО автомобилей, средств МЖ и т.д.).

Исторически сложившаяся система ремонтно-обслуживающей базы имеет три уровня:

- **первый уровень:** ремонтно-обслуживающая база колхозов, совхозов, фермерских хозяйств, арендных коллективов и других сельскохозяйственных предприятий, эксплуатирующих технику.

Объекты ремонтно-обслуживающей базы 1-го уровня:

ЦРМ; автогараж; машинный двор; нефтесклад; передвижные средства ТО и ремонта в бригадах и отделениях (ПТО).

- **второй уровень:** ремонтно-обслуживающая база районных (межрайонных) машинно-технологических станций (МТС).

Объекты ремонтно-обслуживающей базы 2-го уровня:

ремонтная мастерская общего назначения (МОН); СТот; СТОА; СТОЖ; СТО СХМ (К); обменный пункт; передвижные средства ТО и ремонта.

- **третий уровень:** ремонтно-обслуживающая база областных, краевых, республиканских предприятий.

Объекты ремонтно-обслуживающей базы 3-го уровня:

специализированные заводы и предприятия по ремонту тракторов, автомобилей, комбайнов, двигателей, гидроагрегатов, топливной аппаратуры, электрооборудования.

Ремонтно-обслуживающая база хозяйств может быть трех типов:

**ТИП А** – для крупных хозяйств (100-200 тракторов).

Каждое отделение (бригада) имеет самостоятельный хозяйственный центр – ПТО; машинный двор; ЦРМ; автогараж; нефтесклад; материально-технический склад и административно-технические здания.

**ТИП Б** – для средних хозяйств (50-100 тракторов).

На центральной усадьбе находится хозяйственный центр одного отделения (бригады) – ПТО; машинный двор; ЦРМ; автогараж; нефтесклад.

Другие отделения имеют свои ПТО.

**ТИП В** – для небольших размеров хозяйств (25-50 тракторов).

Все средства подразделения сосредоточены в одном хозяйственном центре.

**Центральные ремонтные мастерские (ЦРМ)** предназначены для проведения текущего ремонта и технического обслуживания тракторов, комбайнов, автомобилей, землеройной и мелиоративной техники, с.х. машин, оборудования животноводческих ферм, энергетического и электротехнического оборудования и др.

**Машинный двор** предназначен для хранения техники, снятых составных частей и деталей, выполнения технического обслуживания при хранении машин, комплектования и регулирования МТА, сборки, опробования и обкатки новых машин, разборки и дефектации деталей списанных машин.

**Автогараж** в своем составе имеет отапливаемые помещения с участками для технического обслуживания и текущего ремонта подвижного состава.

**Нефтесклад** предназначен для приема, хранения и отпуска дизельного топлива, смазочных материалов и других нефтепродуктов. Нефтесклад создается на центральной усадьбе с.х. предприятия. Размещение резервов может быть подземным, наземным, наземно-подземным.

Ремонтно-обслуживающая база в отделениях, бригадах, фермах (пункт технического обслуживания) ПТО.

В состав ПТО МТП входят: мастерская с постом технического обслуживания и складом для хранения снимаемых деталей; пост заправки нефтепродуктами; отапливаемое помещение для стоянки тракторов, эксплуатируемых в холодное время года; площадки для мойки машин, регулировки рабочих органов и комплектования агрегатов; площадки для длительного хранения машин, служебно-бытовые помещения.

Пункт ТО МТП сооружают по типовым проектам на 20, 30 и 40 обслуживаемых тракторов и с.х. машин.

Для выполнения всех составных элементов системы ТО создаются следующие службы:

- технического обслуживания и диагностики;
- заправка машин нефтепродуктами;
- устранение неисправностей, отказов машин (служба полевого ремонта);
- ремонта несложных СХМ и постановка машин на хранение (служба машинного двора).

Все службы должны обеспечиваться необходимыми средствами обслуживания.

Базы (средства) ТО бывают:

- стационарные;
- передвижные.

При этом нужно иметь в виду тесную связь с техническим обменным пунктом, РТП, районными и межрайонными нефтебазами.



Рисунок 1 - Схема основных служб системы ТО МТП: стационарные средства; передвижные; ПТО – пункт ТО; ДП – диагностический пункт; АТО – агрегат ТО; ПДУ – передвижная диагностическая установка; НБ – нефтебаза; ПЗМ – пост заправки машин;

МЗА – механизированный заправочный агрегат; ЦРМ – центральная ремонтная мастерская; ПРМ – передвижная ремонтная мастерская; МД – машинный двор; ММД – мастерская машинного двора.

Материально-техническая база технического обслуживания и диагностирования включает следующие объекты:

стационарные

1. – производственные базы обслуживания и ремонта с постами ТО (центральные производственные базы хозяйств – ЦПБ ТО),
2. – пункты ТО (бригад, отделений, отрядов) или посты ТО тракторов в ЦРМ,
3. – станции ТО тракторов (СТОТ) в системе РТП и «Агротехсервиса»;

передвижные

1. – агрегаты ТО (АТО) на шасси автомобиля, двухосного прицепа и самоходного шасси,
2. – передвижные ремонтные и ремонтно-диагностические мастерские на шасси автомобиля с электросварочным агрегатом на одноосном прицепе,
3. – передвижные диагностические установки на шасси автомобиля- фургона («Диагностика»),
4. – механизированные заправочные агрегаты на шасси автомобиля или двухосного прицепа.

2. Характеристика стационарных пунктов и постов ТО.

Стационарные объекты служат основной базой для выполнения ТО в любое время года при соблюдении необходимых технических требований.

Для них разработаны комплекты стационарных средств ТО (КСТО):

КСТО-1 (второй уровень ТО) – для пунктов ТО МТП бригад (отделений) хозяйств;

КСТО-2 (третий уровень ТО) – для центральных производственных баз ТО и ремонта на центральной усадьбе хозяйства;

КСТО-3 (четвертый уровень ТО) – для СТОТ «Агротехсервиса».

Эти комплекты отличаются друг от друга тем, что в них входит разное оборудование, определяемое технической базой и объемом работ.

Таблица 1 - Нормативы потребности в средствах ТО.

Зона распространения	Нормативы потребности, штук на 100 физических тракторов						
	Комплект стационарных средств ТО			Передвижные средства ТО			
	КСТО-1	КСТО-2	КСТО-3	АТО	МЗА	ПРМ	ПДУ
СССР	2,09	1,03	0,24	2,77	2,48	2,95	0,56
РСФСР	2,07	0,96	0,15	3,15	2,48	3,5	1,0
ОПХ «Урожайный»	2,0	0,68	0,03	2,0	3,0	2,0	0,18

Таблица 2 - Перечень основного технологического оборудования КСТО (комплекта средств ТО).

№	Наименование и марка оборудования КСТО МТП	Количество оборудования в комплектах, шт.		
		КСТО-1	КСТО-2	КСТО-3
1	Топливозаправочные установки ОЗ-9936 ГОСНИТИ или топливозаправочная колонка КЭР-40-10	1	1	1
2	Моечная машина ОМ-5359 (ОМ-5362)	1	1	1
3	Комплект оснастки мастера-наладчика ОРГ-4999 А ГОСНИТИ	1	1	1х-2
4	Установка для смазки и заправки ОЗ-4967М-ГОСНИТИ	1	1	1х-2
5	Установка для промывки системы смазки дизеля ОМ-2871А-ГОСНИТИ	1	1	1

6	Компрессор М-155М-2	1	1	1
7	Комплект контрольно-измерительных приборов КИ-13910 ГОСНИТИ	-	1	1
8	Комплект диагностических средств КИ-13919 ГОСНИТИ	-	1хх	-
9	Комплект диагностирования на СТот КИ-13920 ГОСНИТИ	-	-	1
10	Стенд для диагностирования колесных тракторов КИ-8927 или КИ-8948	-	-	1

х – количество определяется мощностью СТот;

хх – при обслуживании более 75 тракторов.

#### Характеристика стационарных средств (пунктов) ТО.

Центральная производственная база (ЦПБ) ТО и ремонта – основное сооружение в хозяйстве для ТО.

Разработаны разные схемы ЦПБТО МТП на центральной усадьбе для разного парка: 25,50,75,100,150 и 200 тракторов (типовое решение). Эти схемы бывают трех типов: А, Б и В:

А – для хозяйств, у которых в бригадах (отделениях) есть пункты ТО;

Б – для хозяйств, у которых на центральной усадьбе базируется одна бригада;

В – для хозяйств, у которых на центральной производственной базе вся с.х. техника.

Таблица3 Основные показатели центральной производственной базы ТО и ремонта МТП

Тип ЦПБ ТО	Число тракторов в хозяйстве	Число мест для хранения машин	Примерная стоимость, тыс.руб. по состоянию (до 1991г.) на 1999 год.
А	75	240	(638) 2105
	100	330	(870) 2840
	150	490	(970) 3201
	200	650	(1095) 3620
Б	50	240	(618) 2039
	75	360	(800) 2640
	100	470	(952) 3140
В	25	240	(500) 1650
	50	480	(663, 2140)
	75	720	(767) 2530

#### В состав ЦПБ ТО и ремонта входит:

- центральная ремонтная мастерская (ЦРМ);
- гараж с профилакторием для автомашин;
- площадки с навесом для регулировки и ремонта СХМ;
- помещения для длительного хранения сложных СХМ;
- площадка для наружной мойки СХМ;
- центральный склад нефтепродуктов;
- материально-технический склад;
- эстакада для погрузки и разгрузки машин;
- площадка для длительного и кратковременного открытого хранения машин;
- административно-бытовые помещения;
- источники водо-, тепло- и электроснабжения;
- пожарный резервуар;
- дороги и проезды с твердым покрытием;

- навесы или помещения для передвижных средств обслуживания.

На ЦПБ ТО и ремонта для 25, 50 и 75 тракторов предусмотрены однопостовые, для 100, 150 и 200 тракторов – двухпостовые участки ТО и пост диагностирования.

Пункт технического обслуживания.

Как правило в бригадах (отделениях). Здесь выполняются следующие виды ТО:

1. при эксплуатационной обкатке;
2. ЕТО;
3. ТО-1;
4. ТО-2;
5. Сезонное ТО;
6. ТО при хранении.

На ПТО также собирают новую и разбирают списанную технику, комплектуют агрегаты, их регулируют.

Стационарные посты ТО – как правило, расположены в центральной мастерской (ЦПБ ТО) и оснащены:

- комплектом мастера-наладчика ОРГ-4999 А ГОСНИТИ;
- установкой для смазки и заправки машин ОЗ-4967М;
- передвижная установка для промывки системы смазки двигателя ОМ 2871А;
- компрессором М-155М-2;
- установка КИ-4935 для проверки мощностных и экономических показателей двигателей;

- комплект КИ-5308, включающий рабочее место слесаря-диагноста с приспособлениями и инструментами для регулировочных работ.

Здесь выполняются все виды ТО.

Станция ТО тракторов (СТОТ).

Предназначена для ТО и ТР энергонасыщенных тракторов и в своей работе кооперируется с ремонтными предприятиями.

Разработаны типовые проекты СТОТ на 200, 400, 600 и 800 тракторов. Включает в себя:

- производственный корпус;
- склад масел;
- площадки для передвижных средств ТО и устранения неисправностей;
- открытая площадка для мойки тракторов;
- топливозаправочный пункт.

При диагностировании используется стенд КИ-8927, с помощью которого проверяются тягово-экономические показатели; состояние трансмиссии; тормозов; гидросистемы и электрооборудования.

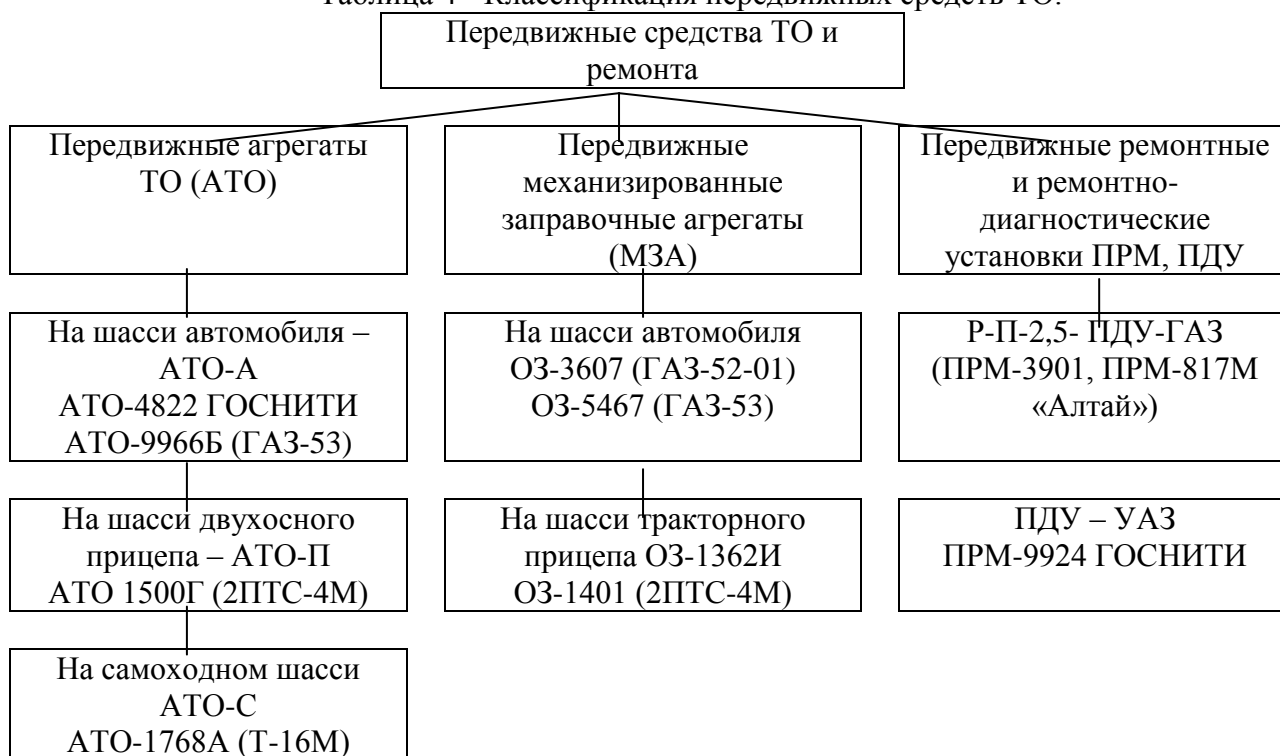
Для мойки (наружной) машин применяется типовой проект 816-73 с обратным водоснабжением (привести пример о работе СТОТ К-700 Оренбургского РТП).

### 3. Классификация и характеристика передвижных средств ТО.

Предназначены передвижные средства ТО для:

- проведения ТО-1 и ТО-2 тракторов, самоходных шасси и СХМ непосредственно в полевых условиях;
- транспортирования нефтепродуктов и заправки в поле;
- устранения неисправностей и отказов мобильной техники в поле.

Таблица 4 - Классификация передвижных средств ТО.



#### Краткая характеристика АТО

Они предназначены для выполнения ТО-1 и ТО-2 непосредственно в производственных условиях (в полевых).

Три типа агрегатов (в соответствии с ОСТ 70.0001.112-75):

1. АТО-А – на шасси автомобиля;
2. АТО-П – на шасси прицепа;
3. АТО-С – на самоходном шасси.
1. АТО-А – двух марок: АТО-А-4822; АТО-А-9966Б ГОСНИТИ.
2. АТО-П – одна марка на шасси 2ПТС-4М: АТО-1500Г.
3. АТО-С – одна марка на шасси Т-16М агрегат АТО-1768А.

Все агрегаты имеют унифицированное оборудование:

Набор инструментов ПИМ-4839 А ГОСНИТИ и переносной диагностический комплект КИ-13901Ф и др.

#### Краткая характеристика передвижных заправочных агрегатов (МЗА).

Они предназначены для транспортирования нефтепродуктов и воды и механизированной заправки тракторов, самоходных шасси и комбайнов (СХМ) непосредственно в полевых условиях.

В соответствии с ОСТ 70.0001.156-86 «Агрегаты передвижные заправочные» в сельском хозяйстве используют три типа:

1. АТМЗ – на шасси автомобиля (автомобильный топливный механизированный заправщик):

ОЗ-3607 (ГАЗ-52-01);  
ОЗ-5467 (ГАЗ-53А).

2. ПТМЗ – на шасси прицепа (прицепной топливный механизированный заправщик):  
ОЗ-1362И;  
ОЗ-1401И.

3. СТМЗ – на базе самоходного шасси АТО-1768А. Один агрегат может обслужить 25...30 работающих тракторов.



#### Краткая характеристика ремонтных и ремонтно-диагностических агрегатов.

Предназначены для устранения неисправностей и последствий отказов тракторов и СХМ в полевых условиях. В соответствии с ОСТ 70.0001.179-78 «Передвижные ремонтные мастерские, используемые в с.х.» имеют обозначение Р-П-2,5 (смонтировано на автомобиле грузоподъемностью 2,5т.).

#### Следующие марки:

- 1) МПР-3901 (ЛУАЗ-37031) и МПР-817М «Алтай» (ремонтные);
- 2) МПР-9924 – ремонтно-диагностические.

Оборудование МПР-9924 позволяет диагностировать: техническое состояние цилиндро-поршневой группы двигателя; реактивных масляных центрифуг; гидросистем; электрооборудования и аккумуляторных батарей.

#### 4. Выбор средств ТО и экономическая оценка их применения.

Выбор технических средств ТО зависит:

- от принятого способа организации ТО;
- от местных условий (удаленности полей, наличия техники, состояния дорог, пересеченности и т.д.).

Способы организации ТО в хозяйствах (четыре):

- централизованный – МТА обслуживается средствами, расположенными в местах стоянки машин (ПТО) в бригаде;
- передвижными средствами обслуживания в пунктах дислокации машин (АТО-А, АТО-П, АТО-С, МЗА);
- смешанный – применяют при текущем ремонте с.х. техники – основные ТО проводятся на ПТО отделений, А восстановление отдельных узлов в ЦРМ.

Выбор способа и средств ТО для подразделений хозяйств решается методом оптимизации.

Критерием оптимизации является минимум приведенных затрат денежных средств на ТО МТП.

Задача оптимизации решается отдельно для каждого вида ТО МТП:

1. по хранению техники;
2. заправки тракторов и СХМ;
3. периодических ТО;
4. полевой ремонт техники.

Приведенные затраты определяют по следующим формулам в зависимости от способа организации ТО.

Лучше вести расчеты затрат, приходящихся на одну единицу (трактор), тогда будет выглядеть так:

$$S_{np.ц} = 2Rn_{ТО}П + \frac{\text{€}_{эк.ц} + EK \text{ К}_{н.ц}}{n_{mp.ц}}, \text{ руб / тракт}$$

$$S_{np.а} = \frac{\text{€}_{эк.а} + EK \text{ К}_{на}}{n_{mp.а}}, \text{ руб / тракт}$$

$$S_{np.пер} = \frac{\text{€}_{эк.пер} + EK \text{ К}_{н.пер}}{n_{mp.пер}}, \text{ руб / тракт}$$

где  $n_{тр.ц}$ ;  $n_{тр.а}$ ;  $n_{тр.пер}$  – количество тракторов, проходящих ТО, соответственно централизованно, автономно, передвижными средствами;

$К_{п.ц}$  ;  $К_{п.а}$  ;  $К_{п.пер}$  – доля эксплуатационных затрат и отчислений от капиталовложений, приходящихся на ТО и ремонт тракторов (кроме остальных работ на СХМ, автомобилях и т.д.).

1. При централизованном способе:

$$S_{np.ц} = 2Rn_ц\Pi n_{TO} + \text{€}_ц + E_n K_ц \frac{n_ц}{n_{\text{эксп}}}, \text{руб}$$

2. При автономном:

$$S_{np.a} = \text{€}_a + E_n K_a \frac{n_a}{n_{\text{подразд}}}, \text{руб}$$

3. При использовании передвижных средств ТО:

$$S_{np.пер} = \text{€}_{пер} + E_n K_n \frac{n_{пер}}{n_R}, \text{руб}$$

где  $S_{np.ц}$ ,  $S_{np.a}$ ,  $S_{np.пер}$  – приведенные затраты денежных средств при ТО разными способами соответственно: при централизованном, автономном, передвижными средствами, руб.

$S_{ц}$ ,  $S_a$ ,  $S_{пер}$  – эксплуатационные затраты на содержание средств ТО и выполнение ТО при соответствующих способах организации ТО;

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений ( $E_n = 0,125$  или  $12...14\%$ );

$K$  – капиталовложения на объекты ТО, руб.;

$R$  – радиус обслуживания, км.;

$n_i$ ;  $n_{ц}$ ;  $n_R$  – число тракторов соответственно: в подразделении; обслуживаемых централизованно; приходящихся на основной АТО в зависимости от радиуса обслуживания;

$n_{то}$  – среднее число (количество) периодических ТО одного трактора в течение года;

$\Pi$  – средняя стоимость транспортировки одного трактора на расстоянии 1 км, руб.

Построив графики зависимости  $S_{np.ц}$ ,  $S_{np.a}$  и  $S_{np.пер}$  от радиуса обслуживания для определенного количества тракторов  $n$ , определяют (по минимуму затрат  $S_{np}$ ) целесообразность того или иного способа организации ТО в зависимости от радиуса обслуживания.

Однако оптимизация по критерию минимизации приведенных затрат средств на ТО МТП в настоящее время претерпевает серьезную критику. А поэтому разрабатываются и опробуются новые методики, по другому критерию оптимизации, например, по минимуму затрат на общее содержание МТП. И действительно, можно получить минимум приведенных затрат, например, при автономном способе организации ТО, но при недостаточно высоком качестве выполнения работ, что приведет к непредвиденным поломкам, увеличению количества ТО, времени на восстановление, затрат – общие затраты на содержание МТП увеличиваются.

## 5. Концепция развития технического сервиса в сельском хозяйстве

Основные задачи развития технического сервиса должны осуществляться на разных уровнях управления (ведения) хозяйства. На уровне ассоциаций, колхозов, совхозов, АО, ООО и т.д.

Технический сервис на уровне хозяйств (ферм) – это главным образом организация эффективного использования, хранения, обслуживания и ремонта техники.

В ближайшую и более отдаленную перспективу основные работы по ТО техники будут выполняться непосредственно на месте эксплуатации (дислокации) ее у потребителя силами специализированных служб с участием фермера (механизатора).

Первая задача – обеспечение фермерских хозяйств 1) простейшими пунктами ТО с необходимым оборудованием ТО хозяйств, колхозов, совхозов, фермерских ассоциаций; 2) типовыми ремонтными мастерскими с постами ТО и машдворами, гаражами, а также с ПТО (даже в настоящее время 30% хозяйств не имеют типовых

ремонтных мастерских, 40% - машинных дворов и отапливаемых гаражей. Имеющиеся мастерские плохо оснащены оборудованием).

При новых формах хозяйствования потребность в оборудовании (средствах) ТО значительно возрастает.

Основной формой управления сервисом на ближайшую перспективу – инженерно-техническая служба ассоциаций фермеров (крестьянских хозяйств) на базе их ЦРМ по типу дилеров в странах Запада (США, Канада и др.).

Уже в 1992 (декабрь) году на Дону образованы фермерские ассоциации с техническим сервисом (инженерно-технической службой)

- В ближайшую и более отдаленную перспективу основные работы по ТО техники будет выполняться непосредственно на месте эксплуатации (дислокации) ее у потребителя силами специализированных служб с участием фермера (механизатора).

- Первейшая задача – обеспечение фермерских хозяйств простейшими пунктами ТО с необходимым оборудованием ТО, хозяйств, колхозов, совхозов, фермерских ассоциаций – типовыми ремонтными мастерскими с пунктами ТО машдворами, гаражами также с ПТО (даже в настоящее время 30% хозяйств не имеют типовых ремонтных мастерских, 40% - машдворов и отапливаемых гаражей. Имеются мастерские плохо оснащенные оборудованием).

- При новых формах хозяйствования потребность в оборудовании (средствах) ТО значительно возрастает.

- Основной формой сервиса на ближайшую перспективу - инженерно-техническая служба ассоциаций фермеров (крестьянских хозяйств) на базе их ЦРМ по типу дилеров в странах Запада (США, Канада и т.д.).

Уже в этом (1992, декабрь) году на Дону образованы фермерские ассоциации с техническим сервисом (инженерно-технической службой и материально-технической базой).

Фермер отчисляет 20% дохода в фонд ассоциации, часть из этих средств рассчитана на организацию технического сервиса (например, на Дону фермер имеет 120 га, ДТ-75, ниву, ГАЗ-53. Кроме того, что каждый фермер в ассоциации, некоторые из них объединились в коллективы по 3...5 фермеров, которые между собой составили договор о совместном хозяйствовании и т.д.).

#### На районном уровне.

- Высококвалифицированные специалисты и наличие современного оборудования в организациях сервиса районного уровня позволяют выполнять на высоком профессиональном уровне такие работы, которые многим хозяйствам (в том числе и фермерским) не под силу, как то:

- Изучение спроса и пропаганда новой техники.

- Обеспечение хозяйств всеми средствами механизации, организация диагностирования и ТО, досборка и доставка машин в хозяйства, наладка и пуск в работу сложных машин и оборудования.

- Выполнение работ, связанных с применением специальной техники (улучшение лугов и пастбищ, заготовка торфа, транспортные услуги, разделка и вывоз металлолома, изготовление и монтаж металлоконструкций и т.д.), а также на других работах в период сезонных пиковых нагрузок.

- Организация пунктов проката специальной сельскохозяйственной техники (дорогостоящей, кратковременного использования).

- Покупка у хозяйств старой техники, разборка, дефектация, ремонт и последующая свободная продажа.

- Изготовление нестандартного оборудования, металлоконструкций и средств малой механизации, изготовление и восстановление запчастей.

- Производство товаров народного потребления и оказание услуг населению, включая ремонт легковых автомобилей, малогабаритной и другой бытовой техники.

- ТО и текущий ремонт сложной техники, например, ТО-3 для К-700, Т-150 и др., электронного оборудования, гидроустройств, автомобилей, МЖ.

На областном и республиканском уровне.

- На современном этапе предприятия областного и республиканского уровня должны сосредоточить свои усилия в сфере ремонтной деятельности.

- В связи с увеличением фермерских и крестьянских хозяйств и повышением потребности должны увеличить выпуск средств ТО (средства ТО, диагностики, металлообрабатывающие станки).

- Изготовление дефицитных запчастей, которых недостаточно изготавливается на государственном уровне.

- Обеспечивать научно-технический прогресс в части диагностики, ТО и ремонта.

Фирменное обслуживание техники.

- Заводам-изготовителям поручается организовывать гарантийный и послегарантийный ремонт, а также фирменное обслуживание техники и фирменную торговлю. Участие заводов-изготовителей в техническом сервисе будет способствовать повышению надежности и работоспособности техники.

- Заводы-изготовители должны организовывать фирменный сервис на базе ремонтных предприятий АПК, создав мощные технические центры, обеспечив их гарантийными запчастями и современным оборудованием.

- Создание и хозяйственная деятельность Технического центра осуществляется на государственных, арендных или кооперативных началах.

- Объем, роки, стоимость и ответственность Технического центра фиксируются договорами с хозяйствами, ассоциациями, перерабатывающими предприятиями АПК.

- В гарантийный период эксплуатации фирменное ТО осуществляется по договорам между Техническим центром и заводом-изготовителем, расходы несет завод-изготовитель.

- В послегарантийный срок эксплуатации фирменное ТО проводится по договорам хозяйств с Техническим центром, оплату за работу осуществляет хозяйство, ассоциация, фермер.

- Освещаемая (предлагаемая) концепция развития технического сервиса в АПК на ближайшую и более отдаленную перспективу основана на Законах Рыночной экономики.

### 1.7 Лекция №3 (0,5 часа).

**Тема: «Основы планирования работы и анализ использования машинно-тракторного парка»**

#### 1.7.1 Вопросы лекции:

1. Значение оптимальной структуры и состава МТП.
2. Общие требования к выбору типов энергетических средств и рабочих машин
3. Методы расчета состава МТП
4. Организационная структура инженерно-технической службы
5. Техничко-экономические показатели эффективности использования МТП

#### 1.7.2 Краткое содержание вопросов:

1. Значение оптимальной структуры и состава МТП

Машинно-тракторный парк сельскохозяйственного предприятия, включая фермерские хозяйства, представляет собой совокупность мобильных энергетических средств (тракторов, самоходных шасси и машин) и агрегируемых с ними рабочих машин и сцепок. Автомобильный парк хозяйства в зависимости от решаемых задач можно рассматривать в составе МТП или отдельно.

Под структурой МТП подразумевают его качественный состав с учетом типов и типоразмеров, а также конкретных марок мобильных энергетических средств и рабочих машин. Составом МТП определяются численные соотношения между различными мобильными энергетическими средствами и рабочими машинами.

Оптимальная (наилучшая) структура и состав МТП обеспечивают своевременное выполнение всех работ в хозяйстве с высоким качеством при наименьшем расходе ресурсов (трудовых, материальных, финансовых и т.д.) на единицу урожая с соблюдением экологических требований.

Обоснование оптимальной структуры и состава МТП с учетом природно-климатических и производственных условий каждого хозяйства — одна из самых актуальных и сложных задач в области механизации сельского хозяйства. От правильности ее решения зависят практически все основные показатели сельскохозяйственного производства как в отдельных хозяйствах, так и в масштабе всей страны, включая урожайность сельскохозяйственных культур, себестоимость продукции, прибыль и т. д.

При недостаточном численном составе МТП нарушаются агротехнические сроки выполнения полевых работ и соответственно уменьшается урожайность сельскохозяйственных культур при одновременном снижении качества продукции.

Лишние машины в составе МТП также требуют дополнительных расходов и увеличивают стоимость сельскохозяйственной продукции при одновременном снижении ее конкурентоспособности в рыночных условиях.

Важно также, чтобы типоразмеры машин и конкретные их марки наиболее полно соответствовали условиям работы, включая размеры полей, длину гона, урожайность и т.д.

Естественно, что чем больше типоразмеров и марок тракторов и рабочих машин, тем больше возможностей для составления наиболее приспособленных к конкретным условиям работы агрегатов. Однако большое число марок тракторов и рабочих машин усложняет и увеличивает стоимость работ, связанных с их техническим обслуживанием, снабжением запасными частями и другими эксплуатационными материалами. Сложность обоснования оптимальной структуры и состава МТП заключается также и в том, что необходимо учитывать множество факторов, включая: перспективы развития хозяйства в ближайшие 5... 10 лет по всем

основным направлениям; природно-производственные условия (длина гона, площади полей, угол склона, удельное сопротивление почв, урожайность, наличие базы технического обслуживания и ремонта техники и т.д.); посевные площади и урожайность сельскохозяйственных культур; перспективные севообороты и технологии возделывания сельскохозяйственных культур и выращивания животных; агротехнические сроки выполнения работ с учетом изменчивости погодных условий; наличие механизаторов и т. д. Следует учитывать также, что все указанные факторы непрерывно меняются и требуют соответствующей корректировки. Обоснование оптимальной структуры и состава МТП с учетом такого множества факторов возможно только на базе современной быстродействующей вычислительной техники с соответствующим программным обеспечением. Поэтому пока это под силу только научно-исследовательским институтам.

## 2. Общие требования к выбору типов энергетических средств и рабочих машин

Типы энергетических средств и рабочих машин выбирают с учетом следующих основных требований: высокое качество выполнения работ в соответствии с агротехническими требованиями; высокая производительность при наименьшем расходе ресурсов (трудовых, топливно-энергетических, материальных, финансовых); обеспечение безопасных условий работы механизаторов (эргономические требования); наименьшее отрицательное воздействие на окружающую среду (почву, воздух, воду, культурные растения и т. д.) — экологические требования.

Полный учет всех этих требований также сложен, и для его выполнения необходим комплекс конструктивных и эксплуатационных мероприятий.

Для эксплуатации важно, чтобы из реализуемых на рынке энергетических средств и рабочих машин инженерно-технические работники выбирали те, которые наиболее полно удовлетворяют изложенным ранее требованиям и условиям данной зоны и конкретного хозяйства. Однако для выполнения каждой операции с учетом класса длины гона невозможно содержать отдельный трактор с соответствующими рабочими машинами, так как это ведет к многомарочности МТП и общему увеличению стоимости работ. Поэтому энергетические средства и рабочие машины должны быть по возможности универсальными, чтобы выполнять разные работы в течение всего года. При этом сокращается число марок МТП и увеличивается годовая загрузка энергетических средств и рабочих машин.

Основной экономический показатель правильности выбора типов и числа энергетических средств и рабочих машин — минимум суммы приведенных затрат на выполнение всех работ в хозяйстве за год. Эта важнейшая задача и решается при обосновании оптимальной структуры и состава МТП.

## 3. Методы расчета состава МТП

Для расчета состава МТП используют три основных метода: построение графиков машиноиспользования по маркам тракторов; экономико-математический, или метод математического моделирования; нормативный.

1. *Метод построения графиков машиноиспользования* по маркам тракторов основан на базе общей методики определения потребности в оборудовании, рабочей силе и т.д., применяемой во всех отраслях хозяйственной деятельности. Этот метод универсален и лежит в основе всех остальных методов. На основе этого метода решаются задачи трех типов: эффективного использования существующего состава МТП; постепенного обновления состава МТП путем замены списываемых устаревших машин новыми перспективными; обоснования перспективного состава МТП с учетом среднесрочных и долгосрочных планов развития хозяйства.

Основа составления графиков машинопользования во всех случаях — соответствующие годовые календарные планы механизированных работ (текущие,

среднесрочные или перспективные долгосрочные). С учетом передового и собственного опыта, а также научных исследований специалисты хозяйства по экспертным методам выбирают перспективные марки тракторов (не более 3...5 марок) и рабочих машин. Затем на базе этих тракторов и машин рассчитывают составы соответствующих агрегатов и определяют их требуемое число с учетом объема работы и календарных сроков выполнения. Если одну и ту же работу можно выполнять несколькими тракторами, то выбирают наиболее эффективный с учетом годовой занятости тракторов всех марок. Затем строят соответствующие графики машиноиспользования для всех марок тракторов и после их корректировки вычисляют требуемое число тракторов и машин каждой марки по наибольшей их потребности на графике машиноиспользования.

Основные преимущества описанного метода — простота, доступность, наглядность и оперативность без необходимости использования сложной вычислительной техники. Недостатки метода заключаются в экспертном подходе при выборе марок тракторов и рабочих машин, включая распределение объемов работ между ними.

Такой подход не всегда отвечает современным требованиям высокой производительности и ресурсосбережения.

2. *Экономико-математический метод*, или метод математического моделирования, принципиально отличается от ранее описанного метода тем, что на строго научной основе определяются оптимальные (наилучшие в заданных условиях) марки и численный состав МТП.

Математическая модель содержит конкретный критерий (цель) оптимальности и соответствующие ограничения, связанные с ограниченной площадью пашни, наличием механизаторских кадров и т. д.

В качестве критерия оптимальности наиболее часто используют минимум суммы приведенных затрат  $C_{\text{пф}}$ , р., на выполнение всех работ в хозяйстве, который можно записать в обобщенном виде:

$$C_{\text{пф}} \rightarrow \min.$$

Оптимальное решение этой сложной задачи можно найти только на базе современных вычислительных машин с большим объемом памяти, так как требуется большой объем исходной информации.

Решение по специальной программе осуществляется примерно по изложенной ранее схеме построения графиков машиноиспользования, и при необходимости результаты оптимизации также могут выдаваться в виде оптимальных графиков машиноиспользования.

Однако в данном случае перебирают все основные варианты выполнения каждой работы и в конечном итоге устанавливают такие оптимальные марки и численный состав МТП, который удовлетворяет условию критерия.

Основные недостатки этого метода: сложность и несовершенство имеющихся программ, которые не позволяют оперативно использовать их в условиях хозяйств, особенно фермерских; трудность практической проверки оптимальности получаемого состава МТП. Несмотря на имеющиеся трудности, будущее все-таки за этими методами.

3. *Нормативный метод* обоснования состава МТП заключается в следующем. На основе описанного экономико-математического метода в научно-исследовательских институтах определяют марки тракторов и нормативы их оптимальной потребности в расчете на 100 га пашни для каждой группы типовых или модельных хозяйств с учетом структуры посевов и других факторов.

Зная принадлежность конкретного хозяйства к тому или другому типу, специалисты устанавливают число тракторов и рабочих машин каждой рекомендуемой марки в соответствии с формулой

$$n_m = \frac{F_n}{100} Z_n,$$

где  $F$  — площадь пашни хозяйства, га;  $Z_n$  — нормативная потребность в расчете на 100 га, или нормативный коэффициент.

Численные значения для различных зон и типовых хозяйств издаются в виде нормативных справочников.

Например, для различных хозяйств Ростовской области средняя нормативная потребность в тракторах и в некоторых других машинах в расчете на 100 га пашни составляет: гусеничных тракторов Т-150 — 0,143; колесных тракторов общего назначения Т-150К — 0,035; универсально-пропашных тракторов МТЗ-80 — 0,217; силосоуборочных комбайнов КСС-2,6 — 0,517; плугов полу-навесных ПЛП-6-35 — 0,159 и др.

Подставив приведенные значения  $Z_n$  в формулу (2), можно рассчитать потребность каждого хозяйства в соответствующих тракторах и сельскохозяйственных машинах. Например, для хозяйства с площадью пашни  $F = 200$  га при  $Z_n = 0,143$  согласно формуле (2) потребуется гусеничных тракторов Т-150

$$n_m = \frac{2000}{100} \cdot 0,143 = 2,86 \approx 3.$$

Преимущества этого метода заключается в простоте и доступности для специалистов хозяйств. Однако, как известно, похожих по всем показателям хозяйств не бывает, поэтому нормативный метод менее точен.

В каждом конкретном случае следует пользоваться тем методом обоснования состава МТП, который больше подходит для условий данного хозяйства.

#### 4. Организационная структура инженерно-технической службы

Инженерно-техническая служба (ИТС) по эксплуатации МТП — составная часть общей системы управления сельскохозяйственными предприятиями, обеспечивающая эффективное использование машинно-тракторного парка в течение всего срока службы машин.

Наиболее прогрессивным принципом организации ИТС является принцип специализации и разделения труда, предусматривающий создание в составе ИТС специализированных структурных подразделений (служб), занимающихся различными группами вопросов эффективного использования МТП. При этом в пределах каждой службы различные виды работ разделяются между сотрудниками этой службы. Число и состав служб зависят от конкретных природно-производственных особенностей и размеров каждого хозяйства.

Типовая структура ИТС хозяйства показана на рисунке 1.

Естественно, что в специализированных хозяйствах возможно создание и каких-то других служб. Например, при развитии парникового хозяйства — службы теплоснабжения и т. д.

Рациональное число структурных подразделений ИТС должно охватывать без дублирования все направления деятельности, сая занные с эффективным использованием МТП.

Каждое структурное подразделение ИТС должен возглавлять высококвалифицированный специалист — инженер или техник с хорошей теоретической подготовкой и опытом практической работы. При этом расходы на содержание специалистов ИТС должны быть как можно меньше.

В более мелких хозяйствах структурные подразделения ИТС существенно упрощаются в соответствии с меньшим объемом решаемых инженерных задач.

В небольших фермерских хозяйствах инженерное обеспечение полностью или частично обеспечивают как своими силами, так и с помощью привлечения специалистов на договорной основе, включая услуги предприятий технического сервиса, машинно-технологических станций (МТС) и т. д.





Рисунок 1 - Типовая организационная структура инженерно-технической службы хозяйства

Существенное значение в условиях рыночной экономики отводят инженерно-техническим службам районного уровня по обеспечению сельских товаропроизводителей материально-техническими средствами и различными видами услуг.

**Структура инженерно-технической** службы хозяйства этого уровня по рекомендациям ученых предусматривает следующие направления деятельности: торгово-снабженческая, производственно-технологическая; ремонтно-обслуживающая, транспортная.

Инженерно-технические службы районного уровня с учетом спроса сельских товаропроизводителей призваны обеспечивать поставку материальных ценностей высокого качества в назначенные сроки по договорным ценам и с гарантией возмещения убытков в случае нарушения договорных обязательств. Аналогично на основе спроса и договорных условий определяют и другие услуги технического сервиса, включая ремонтно-обслуживающие работы, снабжение запасными частями и ремонтными материалами, доставку и предпродажное обслуживание машин, снабжение нефтепродуктами и т. п.

В перспективе важное значение отводят также инженерно-техническим службам специализированных ремонтных предприятий, а также ремонтных предприятий, организуемых заводами-изготовителями машин.

Задача инженерно-технических служб регионального уровня — координация взаимоотношений между инженерными службами областей и районов, ремонтно-обслуживающих предприятий, а также крупных и мелких хозяйств, включая фермерские.

Одна из перспективных задач инженерно-технических служб агропромышленного комплекса (АПК) всех уровней — создание эффективной дилерской системы технического сервиса в Российской Федерации по аналогии с развитыми промышленными странами.

При этом предполагают наличие трех основных видов дилерского обслуживания: предпродажное; обслуживание непосредственно при продаже техники и послепродажное обслуживание, включая гарантийное и послегарантийное обслуживание.

Данное направление инженерно-технической службы в АПК находится пока в стадии разработки и опытного внедрения, поэтому отсутствуют какие-либо конкретные рекомендации с учетом местных условий. Изложенная примерная организационная структура инженерно-технической службы АПК в условиях рыночной экономики показана на рисунке 2



Рисунок 2 - Примерная организационная структура инженерно-технической службы хозяйства

В процессе совершенствования рыночных отношений и новых форм хозяйствования на селе, естественно, будет совершенствоваться и структура инженерно-технической службы на основе общих принципов специализации. Соответственно описанную организационную структуру ИТС следует рассматривать как предварительную

##### 5. Техничко-экономические показатели эффективности использования МТП

Система показателей для анализа работы ТП должна способствовать объективному сравнению эффективности работы отдельных механизаторов, подразделений и хозяйств в целом. Исходная информация для расчёта этих показателей и метод расчёта должны быть доступны для анализа, обеспечивать возможность разработки мероприятий по повышению уровня эффективности использования МТП.

Различают показатели оснащенности и уровня механизации, относящиеся к отдельным производственным процессам, к отдельным отраслям, хозяйствам, зонам. При этом для большинства показателей характерными являются не столько абсолютные, сколько относительные (удельные) значения величин.

**ПОКАЗАТЕЛИ ОСНАЩЕННОСТИ:** (Показатели, характеристика, расчётная формула)

**1. Энергонасыщенность производства (земледелия, отдельных отраслей, процессов)** – это суммарная мощность всех источников механической энергии МТП и других двигателей, приходящаяся на 1 га (или на 100 га) пашни.

$$N_{ГА} = \frac{\sum N_{EH}}{F_{П}},$$

где  $N_{EH}$  – эффективная мощность трактора, л.с. (кВт)  
 $F_{П}$  – площадь пашни, га.

Например: энергонасыщенность земледелия области на 100 га пашни составляет 160 л.с./га, в т.ч. в Тюльганском районе  $N_{ГА}=229$  л.с./га

Северном районе  $N_{ГА}=263$  л.с./га

Светлинском районе  $N_{ГА}=96$  л.с./га

Домбаровском районе  $N_{ГА}=118$  л.с./га (185 л.с.)

(Данные 1986 года)

2. Энерговооруженность труда- это суммарная мощность всех источников механизаторской энергии МТП и других двигателей, приходящаяся на одного рабочего:

$$N_{\text{чел}} = \frac{\sum N_{EH}}{H},$$

где H- общее число рабочих, занятых в данном производстве.

Например: Энерговооруженность на 1-го с-х работника по области в 1986 году составила 48 л.с./чел., в т.ч. в

Светлинском районе 87 л.с./чел.

Адамовском районе 76 л.с./чел.

Абдулинском районе 36 л.с./чел.

Бузулукском районе 39 л.с./чел.

3. Энергообеспеченность- это количество эталонных тракторов, приходящееся на 100 га пашни.

$$N_{\text{ТР}} = \frac{10^2 \sum n_{\phi_i} \lambda_{\text{ЭТ}_i}}{F_{\text{П}}},$$

где  $n_{\phi_i}$  - количество физических тракторов данной марки;

m- количество марок применяемых тракторов;

$\lambda_{\text{ЭТ}_i}$  - коэффициент перевода физических тракторов в эталонные;

$F_{\text{П}}$ - площадь пашни хозяйства, га.

Допускается расчёт и на 100 га с-х угодий.

4. Машинообеспеченность- это количество машин определенного типа, приходящихся на 100 га пашни или на эталонный трактор.

$$m_{\text{Ф}} = \frac{10^2 \sum B_i}{F_{\text{П}}};$$

$$m_{\text{ЭТФ}} = \frac{\sum B_i}{\sum_{i=1}^m n_{\phi_i} \lambda_{\text{ЭТ}_i}},$$

где  $\sum B_i$  - суммарная ширина захвата машин д-го типа, м.;

### ПОКАЗАТЕЛИ УРОВНЯ МЕХАНИЗАЦИИ

1. Степень механизации производственного процесса (отрасли ИТП)- это отношение объёма механизированных работ (мех.) к общему объёму работ (о) при выполнении производственного процесса (или возделывания с-х культуры), выраженных в одних и тех же единицах (га):

$$\tau_{\text{мех}} = \frac{F_{\text{мех}}}{F_{\text{о}}}$$

при комплексной механизации производственного процесса  $\tau_{\text{мех}}=1$

2. Плотность механизированных работ- это суммарная наработка га (в э.га или других единицах), приходящаяся на 1 га пашни:

$$m = \frac{\Omega_{\text{ГУ}}}{F_{\text{П}}}$$

Кроме этих основных показателей можно пользоваться рядом других:

-удельной стоимостью техники, приходящейся на 1 га обрабатываемой площади;

-стоимостью техники, приходящейся на одного работника;

-металлоёмкостью тракторного парка или металлоёмкостью земледелия, выраженными в единицах массы на единицу мощности парка или на 1 га обрабатываемой площади;

-энергоёмкостью с-х производства (процессов и др.)

### ХАРАКТЕРИСТИКИ МТП

машинотракторный парк может характеризоваться

-наличным составом (парка) машин;

-их энергоёмкостью;

-металлоёмкостью;

-стоимостными показателями.

При рассмотрении наличного состава машин допускается следующая классификация:

-энергетические средства (тракторы, автомобили, самоходные машины, все энергетические ресурсы);

-рабочие машины по типам и группам (почвообрабатывающие, посевные и посадочные, уборочные, погрузочно-разгрузочные и т.п.);

-вспомогательные устройства (сцепки, маркеры и др.)

1. Энергонасыщенность машин или парка машин определяют отношением эффективной мощности (энергетических средств) к массе машины (парка машин)  $m_M$ :

$$N_{МТП} = \frac{\sum N_{EH}}{m_M}$$

где  $N_{EH}$  - эффективная мощность энергетических средств;

$m_M$  - масса машин;

2. Металлоёмкость машин или парка машин

$M_{МТП}$  - это отношение массы машин (парка машин), приходящейся на единицу мощности:

$$M_{МТП} = \frac{\sum m_M}{\sum N_{EH}} = \frac{1}{N_{МТП}}$$

Стоимостные показатели машин выражают в виде удельной стоимости машин (парка машин), приходящейся на единицу эффективной или тяговой мощности машины или на единицу (100 га) площади пашни.

### ПОКАЗАТЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МТП

Показатели использования времени.

- число обработанных машино-дней, машино-смен

количество машино-дней в работе  $i$  марки

$$D_{Pi} = \sum n_{\phi i} d_{Pi}$$

где  $n_{\phi i}$  - количество физических тракторов  $i$ -й марки

$d_{Pi}$  - дни работы тракторов  $i$ -й марки

Различают машино-смены действительные ( $C_D$ ) и нормо-смены ( $C_N$ ) или семичасовые.

- коэффициент сменности (по маркам машин) - это отношение отработанных машино-смен к машино-дням

$$K_{CM} = \frac{C_{D_i}}{D_{P_i}}$$

- коэффициент использования времени смены

$$\tau = \frac{T_P}{T_{CM}}$$

где  $T_p$ - время основной (чистой) работы;

$T_{CM}$  – сменное время;

$T_{CM}=T_p+T_x+T_{TECH}+T_{TO}+T_{ПЗ}+T_{ПР}+T_{ТЕХН}$ ,

где  $T_x$ - холостых видов на поворотах;

$T_{TECH}$ - устранение технологических отказов;

$T_{ТО}$ - техническое обслуживание машин;

$T_{ПЗ}$ - подготовительно-заключительное время;

$T_{ПР}$ - простои агрегатов:  $T_{ПР}=T_{ПРН}+T_{ОРГ}+T_{МЕТ}$

$T_{ПРН}$ - простои по техническим неисправностям;

$T_{ОРГ}$ - по организационным причинам;

$T_{МЕТ}$ - из-за метеорологических условий.

коэффициент использования машин (по календарному времени) – это отношение эксплуатационного числа машино-дней ( $D_{Pi}$ ) к инвентарному пребывание в хозяйстве) числу машин ( $D_{ИНВ}$ )

Можно принять  $D_{ИНВ}=305n_{\Phi i}$ , где  $n_{\Phi i}$ - количество физических тракторов  $i$ -й марки.

Показатели качества выполнения работ. Определяются по отдельным видам технологических операций (глубины вспашки, глубины заделки семян, равномерность распределения семян по площади питания и т.д.)

-фактическое среднее значение;

-разброс показателя.

Показатели надежности машин.

К этим показателям относятся:

1)сроки службы машин (до капитального ремонта, между капитальными ремонтами, долговечность машин);

2)коэффициенты технического использования машин

$$\tau_{ТИ} = \frac{T}{T + T_{ВОССТ} + T_{ТО}}$$

где  $T$  – наработка в часах;

$T_{ВОССТ}$  - продолжительность восстановления при устранении неисправности и отказов в поле;

$T_{ТО}$  – продолжительность ТО машин.

3) коэффициенты готовности машин- отношение числа машино-дней пребывания в исправном состоянии к инвентарному числу машино-дней.

$$\tau_{zi} = \frac{D_{ИСПi}}{D_{ИНВ}} = \frac{D_{ИНВ} - D_{ТОi} - D_{РЕМi}}{D_{ИНВ}}$$

где  $D_{ИСПi}$ - число машино-дней пребывания парка в исправном состоянии  $i$ -й марки;

$D_{ИНВ}$ - инвентарное число машино-дней (число дней пребывания машин в хозяйстве);

$D_{ТОi}$ - суммарное число машино-дней пребывания тракторов на техническом обслуживании;

$D_{РЕМi}$ - то же на ремонте.

Показатели топливной экономичности.

1)удельный расход топлива по маркам тракторов по видам работ; (кг/га) на единицу выполненной работы.

2)удельный расход топлива на усл.га

$$q = \frac{Q_{CM}}{W_{CM}} \quad (\text{кг/у.э.га})$$

Результативные показатели

1)показатели наработки (суммарной).

За час  $W_{\text{час}}$ .

За день  $W_{\text{дн}}$ .

За смену  $W_{см}$ .

За год  $W_{год}$ .

Суммарная наработка в у.э.га для каждого типа машин;

2)показатели затраты труда

удельные за час сменного или чистого времени (в час/га);

3)показатели эксплуатационных денежных затрат  $S$  в руб/у.э.га

#### Оценка использования МТП.

-Уровень среднесменной, дневной и годовой выработки- это отношение фактической выработки за рассматриваемый период,  $W_{см}$ ,  $W_{дн}$ ,  $W_{ч}$  к нормативной (плановой)  $W_{смн}$ ,  $W_{днн}$ ,  $W_{чн}$  т.е.

$$u_{см} = \frac{W_{см}}{W_{смн}}; \quad u_{дн} = \frac{W_{дн}}{W_{днн}}; \quad u_{ч} = \frac{W_{ч}}{W_{чн}}$$

-Уровень выполнения отдельных видов работ в оптимальные агротехнические сроки- это отношение фактически выполненного объема работ в оптимальный агротехнический срок  $A_{агр}$  к плановому объему работ за этот срок  $A_{агр пл}$ , т.е.

$$u_{агр} = A_{агр} / A_{агр пл}$$

-Уровень использования фонда рабочего времени машины- это отношению фактически отработанного времени (машино-смен)  $T$  к плановому  $T_{пл}$ , т.е.

$$u_{вр} = T / T_{пл}$$

-Уровень удельного расхода топлива:

По видам работ  $U_{топ}$ , на э.га  $U_{топ э.га}$ -отношение фактического расхода топлива  $q_{тр}$ ,  $q_{т э.га}$  к нормативному  $q_{трн}$  и  $q_{т э.ган}$

$$U_{топ} = q_{тр} / q_{трн}; \quad U_{топ э.т} = q_{т э.га} / q_{т э.ган}$$

-Уровень эксплуатационных затрат

общих  $U_{эз}$ , на ТО, хранение и ремонт  $U_{тор}$ - отношение фактических эксплуатационных затрат: общих  $З_э$  или на ТО и ремонт  $З_{тор}$  к соответствующим плановым затратам  $З_{эн}$  и  $З_{торн}$  т.е.

$$u_{эз} = Z_э / Z_{эн}; \quad u_{тор} = Z_{тор} / Z_{торн}$$

#### Показатели эффективности МТП и системы машин.

- Себестоимость условного эталона гектара,

$$C_{усл.эт.га} = \frac{S_{зп} + S_A + S_{тр} + S_{хр} + S_{гсм}}{\Omega_{гв}} = \frac{S_э}{\Omega_{гв}}$$

где  $S_{зп}$ - заработная плата механизаторов и обслуживающего персонала, руб.;

$S_A$ -затраты на амортизацию техники, руб.;

$S_{тр,то}$ ,  $S_{хр}$ - затраты на текущий ремонт, ТО и хранение машин, руб.;

$S_{гсм}$ - стоимость горюче-смазочных материалов, руб.;

- Расход топлива на 1 усл.эт.га., кг

$$q_{усл} = \frac{\Sigma Q_T}{\Omega_{гв}}$$

где  $\Sigma Q_T$  - суммарный расход топлива на механизированные полевые работы, кг.

-Производство валовой продукции сельского хозяйства, руб.: на 1 руб. стоимости МТП

$$C = \frac{\Sigma C_{вл}}{\Sigma B_T + \Sigma B_{схм}}$$

где  $\Sigma C_{вл}$  -товарная стоимость валовой продукции растениеводства (сельского хозяйства);

$\Sigma B_T$  -суммарная балансовая стоимость тракторов;

$\Sigma B_{схм}$  -суммарная балансовая стоимость сельскохозяйственных машин.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

**Методические указания по выполнению лабораторных работ приведены в учебном пособии с грифом УМО:** Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка: учебное пособие / И.В.Попов, А.А. Петров, Р.С. Фахрутдинов, А.Н. Кондрашов, Е.М. Асманкин – Оренбург: ОГАУ, 2012г., 265 с.