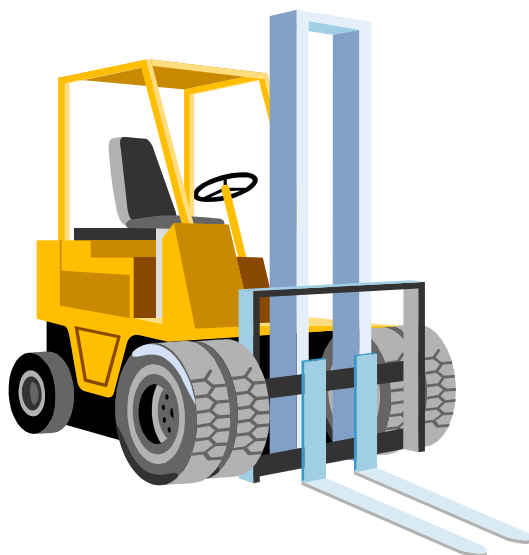


# АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ



◆ ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ ◆

УДК 631.3.004 (075.8)  
ББК П072я73-5  
К935

Р е ц е н з е н т

Заведующий лабораторией "Эксплуатационные требования к сельскохозяйственной технике" ГНУ ВИИТиН,  
кандидат технических наук  
*Г.Н. Ерохин*

Доцент кафедры "Автомобильная и аграрная техника" ТГТУ,  
кандидат технических наук  
*Н.Е. Портнов*

С о с т а в и т е л и:

*И.М. Курочкин, Д.В. Доровских*

К935      Анализ эксплуатационных показателей машинно-тракторных агрегатов : лабораторные работы / сост. : И.М. Курочкин, Д.В. Доровских. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 20 с. – 150 экз.

Изложен порядок выполнения лабораторных работ по курсу "Эксплуатация машинно-тракторного парка", даны необходимые пояснения по методам расчёта и оценки эксплуатационных свойств сельскохозяйственных агрегатов.

Предназначены для студентов дневного и заочного отделений специальностей "Механизация сельского хозяйства" и "Технология обслуживания и ремонта машин в АПК".

УДК 631.3.004 (075.8)  
ББК П072я73-5

© ГОУ ВПО "Тамбовский государственный технический университет" (ТГТУ), 2009

Министерство образования и науки Российской Федерации

**ГОУ ВПО "Тамбовский государственный технический университет"**

**АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАШИННО-  
ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ**

Лабораторные работы для студентов  
дневного и заочного отделений специальностей  
"Механизация сельского хозяйства" и  
"Технология обслуживания и ремонта машин в АПК"



---

Тамбов  
Издательство ТГТУ  
2009

Учебное издание

**АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ**

Лабораторные работы

С о с т а в и т е л и:

КУРОЧКИН Иван Михайлович,  
ДОРОВСКИХ Дмитрий Владимирович

Редактор З.Г. Чернова

Инженер по компьютерному макетированию М.Н. Рыжкова

Подписано в печать 05.02.2009

Формат 60 × 84/16. 1,16 усл. печ. л. Тираж 150 экз. Заказ № 42

Издательско-полиграфический центр ТГТУ  
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ

*Цель работы:* освоить методы определения и анализа эксплуатационных показателей тракторных двигателей.

*Задание*

1. Построить скоростную характеристику заданного двигателя и определить основные показатели двигателя на номинальном режиме.
2. Построить регуляторную характеристику заданного двигателя на пониженных скоростных режимах при заданной внешней нагрузке на двигатель (в процентном отношении от  $N_{ен}$ ).
3. Определить и проанализировать причины изменения часового и удельного расхода топлива на полном и пониженных скоростных режимах.

### Методические указания

Эксплуатационные свойства тракторных двигателей определяются чаще всего их скоростными характеристиками. Основными показателями являются эффективная мощность, крутящий момент и частота вращения коленчатого вала двигателя, часовой и удельный расходы топлива.

Эксплуатационные показатели двигателя связаны между собой следующими соотношениями:

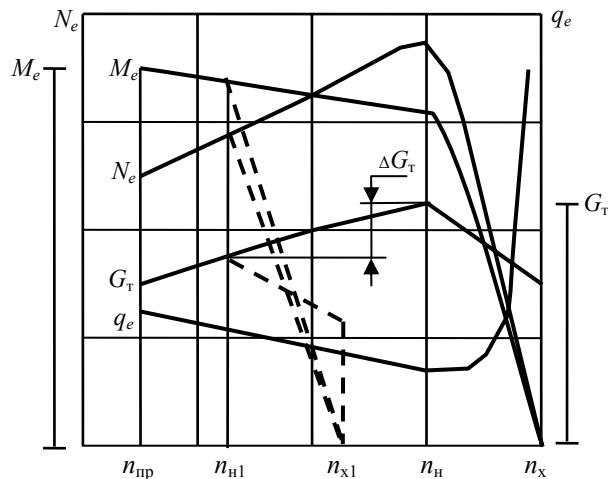
$$N_e = aM_e n, \quad q_e = G_T / N_e,$$

где  $N_e$  – эффективная мощность двигателя, кВт;  $M_e$  – крутящий момент двигателя, кНм;  $Q_e$  – удельный расход топлива, г / кВт·ч;  $G_T$  – часовой расход топлива, кг/ч;  $n$  – частота вращения вала двигателя,  $c^{-1}$  или об/мин;  $a$  – коэффициент, учитывающий размерность величины  $n$  ( $a = 6,28$ , если  $n$  измеряется в  $c^{-1}$  и  $a = 0,105$ , если  $n$  – в об/мин).

Скоростная характеристика двигателя отражает зависимость  $N_e, M_e, G_T, q_e = f(n)$ . Данные для построения скоростной характеристики берутся из [1, табл. 3П]. Из графика (рис. 1) находят основные показатели двигателя, соответствующие номинальному режиму, т.е.  $N_{ен}, M_{ен}, n_x, G_{тн}, q_{ен}$ , а также определяют  $M_{e \max}$  и  $n_x$ .

Далее определяют динамическую характеристику двигателя – коэффициент приспособляемости  $K_d = M_{e \max} / M_{ен}$ , который характеризует способность двигателя преодолевать кратковременные перегрузки. Для дизельных двигателей  $K_d = 1,1 \dots 1,2$ .

Наилучшие экономические показатели работы двигателей достигаются в том случае, когда значения  $N_e$  и  $M_e$  близки к номинальным. Однако в действительности они отличаются от номинальных. В этом случае показателем, характеризующим эффективное использование возможностей двигателя, является коэффициент загрузки двигателя по моменту  $\xi_{ем} = M_e / M_{ен}$  или по мощности  $\xi_{ем} = N_e / N_{ен}$ . При номинальной эксплуатации двигателя текущие значения  $N_e$  и  $M_e$  должны находиться на регуляторной ветви характеристики – на участке от  $n_x$  до  $n_n$ . При перегрузке двигателя текущие значения  $N_e$  и  $M_e$  находятся на корректорной ветви – на участке от  $n_n$  до  $n_{пр}$ . Допустимые пределы перегрузки двигателя определяются соотношением  $M_d \leq 0,97M_{e \max}$ .



**Рис. 1. График скоростной характеристики двигателя на полном и пониженных скоростных режимах**

При недогрузке двигателя и невозможности догрузить его рациональным агрегатированием (увеличиванием числа рабочих машин и др.) применяют переход на пониженные (частные) скоростные режимы. Номинальный режим работы двигателя на пониженных скоростных режимах определяется из выражения

$$n_{н1,2} = n_n - 1,08(n_x - n_{x1,2}), \quad (1)$$

где  $n_{н1,2}$  – номинальные частоты вращения коленчатого вала двигателя на пониженных скоростных режимах;  $n_{x1,2}$  – частота холостого хода двигателя при работе на пониженных скоростных режимах.

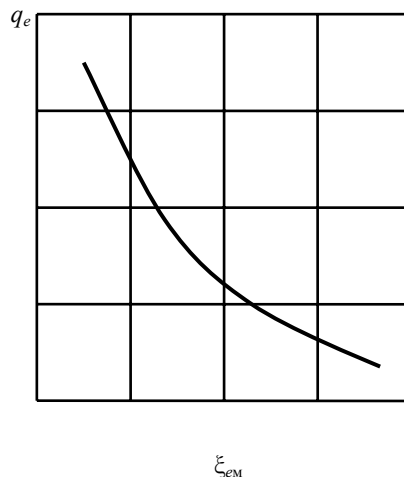
Часовой расход топлива на холостом ходу при пониженных скоростных режимах работы двигателя определяется из выражения

$$G_{тх1,2} = G_{тх} n_{x1,2} / n_x. \quad (2)$$

Для построения регуляторных ветвей, соответствующих пониженным скоростным режимам двигателя, на графике (рис. 1) проводят параллельно оси абсцисс прямую, соответствующую заданной внешней нагрузке (в процентном отношении от  $N_{ен}$ ). Пересечением этой прямой с корректорной ветвью  $N_e$  находят новый номинальный режим работы двигателя при  $n_{н1}$ . На участке оси абсцисс от  $n_n$  до  $n_{н1}$  произвольно находят ещё одну точку  $n_{н2}$ , с помощью формул (1) и (2) определяют значения  $n_{x1}$ ,  $n_{x2}$ ,  $G_{тх1}$  и  $G_{тх2}$ ; затем производят построение регуляторных ветвей скоростной характеристики двигателя, соответствующих пониженным скоростным режимам.

Из графика (рис. 1) определяют значения  $q_e$ , соответствующие пониженным скоростным режимам, и по ним строится график зависимости удельного расхода топлива от величины загрузки двигателя (рис. 2).

По результатам работы делаются выводы о причинах изменения эксплуатационных показателей двигателя на полном и пониженных скоростных режимах работы.



**Рис. 2. График изменения удельного расхода топлива в зависимости от загрузки двигателя**

### **Контрольные вопросы**

1. В каких случаях необходим переход на пониженные скоростные режимы двигателя?
2. Где на графике скоростной характеристики изображены регуляторная и корректорные ветви?
3. Каковы предельные значения коэффициентов загрузки двигателя по моменту и по мощности?
4. Чем объясняется увеличение  $M_e$  при снижении  $n$  от  $n_p$  до  $n_n$  до  $n_{пр}$ ?

### *Лабораторная работа 2*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЯГОВЫХ СВОЙСТВ ТРАКТОРА**

*Цель работы:* освоить методику расчёта основных тяговых характеристик дизельных тракторов.

#### *Задание*

1. Произвести расчёт основных тяговых характеристик заданного трактора (касательную силу тяги, максимальную силу сцепления с почвой, движущую силу сопротивления передвижения трактора, тяговое усилие, рабочую скорость движения, тяговую мощность и тяговый КПД трактора) на всех рабочих передачах и двух заданных почвенных условиях.
2. Построить и проанализировать график тягового баланса трактора на всех заданных передачах.

### **Методические указания**

Перед выполнением работы преподавателем выдаются исходные данные: марка трактора, перечень рабочих передач, два варианта агрофона и рельеф поля. Справочные данные для выполнения работы выбираются из [1].

Для каждого варианта агрофона рассчитываются следующие показатели тяговых свойств трактора.

1. Касательная сила тяги трактора на всех указанных передачах

$$P_{\text{кас}} = M_{\text{ен}} \eta J / r_{\text{к}},$$

где  $M_{\text{ен}}$  – номинальный крутящий момент на валу двигателя, кН·м [1, табл. 1];  $\eta$  – КПД трансмиссии (механический и гусеницы) [1, табл. 2П];  $J$  – общее передаточное отношение трансмиссии (от двигателя к ведущим колесам) [1, табл. 3П, 4П];  $r_{\text{к}}$  – радиус качения ведущего колеса (средний активный радиус ведущей звездочки), м [1, табл. 3П, 4П].

Для колёсных тракторов с пневматическими шинами

$$r_{\text{к}} = r_0 + (0,75 \dots 0,8) h,$$

где  $r_0$  – радиус обода колеса;  $h$  – высота профиля шины.

2. Максимальная сила сцепления трактора с почвой

$$F_{\text{с}} = \mu G_{\text{с}},$$

где  $G_{\text{с}}$  – сцепной вес трактора, кН [1, табл. 3П, 4П];  $\mu$  – коэффициент сцепления с почвой [1, табл. 1П].

Для тракторов со всеми ведущими колесами, а также для гусеничных тракторов сцепной вес равен весу трактора ( $G_{\text{с}} = G_{\text{тр}}$ ), а для колёсных тракторов с одной ведущей осью  $G_{\text{с}} \approx 2/3 G_{\text{тр}}$ .

3. Движущая агрегат сила  $F_{\text{дв}}$  определяется сравнением сил  $P_{\text{кас}}$  и  $F_{\text{с}}$ . Если  $P_{\text{кас}} \leq F_{\text{с}}$ , то в расчётах за движущую силу принимают  $P_{\text{кас}}$ , т.е.  $F_{\text{дв}} = P_{\text{кас}}$ . Если  $P_{\text{кас}} > F_{\text{с}}$ , то за движущую силу принимают  $F_{\text{с}}$ .

4. Сила сопротивления передвижению трактора

$$P_{\text{f}} = f G_{\text{тр}},$$

где  $f$  – коэффициент сопротивления движению трактора [1, табл. 1П];  $G_{\text{тр}}$  – вес трактора, кН.

5. Сила сопротивления трактора на уклоне или подъёме

$$P_{\alpha} = G_{\text{тр}} i,$$

где  $G_{\text{тр}}$  – вес трактора, кН;  $i$  – уклон или подъём (в десятых долях единицы).

6. Тяговое усилие трактора при заданных условиях

$$P_{\text{т}} = F_{\text{дв}} \text{ (или } F_{\text{с}}) - P_{\text{f}} \pm P_{\alpha}.$$

7. Рабочая скорость движения трактора

$$V_{\text{р}} = 0,377 (1 - \delta / 100) n_{\text{н}} r_{\text{к}} / J,$$

где  $V_{\text{р}}$  – рабочая скорость, км/ч;  $n_{\text{н}}$  – частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин [1, табл. 1];  $J$  – передаточное отношение для заданных передач;  $\delta$  – буксование ведущего механизма (берётся по справочным данным с учётом агрофона, тягового усилия и передачи трактора), % [1, табл. 5П, 6П].

8. Тяговая мощность трактора на различных передачах

$$N_{\text{т}} = P_{\text{т}} V_{\text{р}} / 3,6.$$

9. Тяговый КПД трактора  $\eta_{\text{т}} = N_{\text{т}} / N_{\text{е}}$ . Здесь значение  $N_{\text{е}}$  принимается равным  $N_{\text{ен}}$  в расчётах при достаточном сцеплении [1, табл. 1]. В случае недостаточного сцепления –  $N_{\text{е}} = F_{\text{с}} V_{\text{р}} / 3,6$ .



10. Удельный расход топлива на единицу тяговой мощности

$$q_T = G_T 1000 / N_T,$$

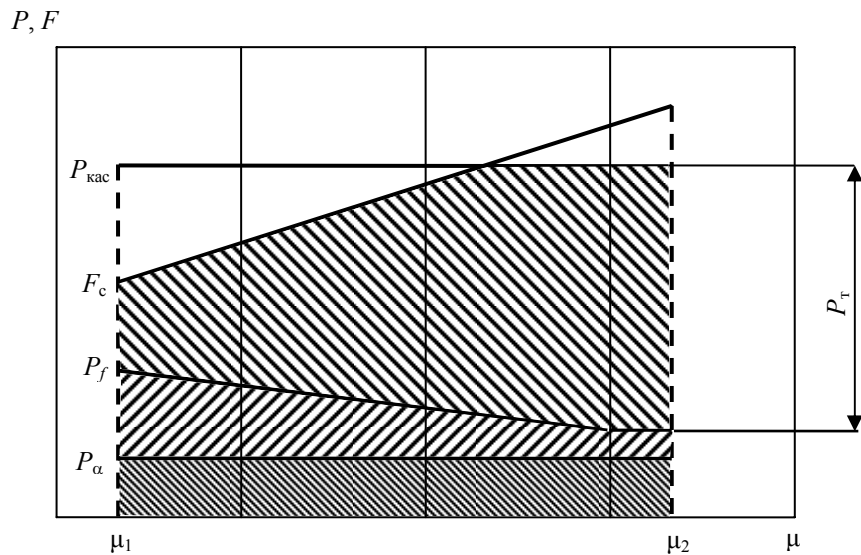
где  $G_T$  – часовой расход топлива, кг/ч (берётся из скоростных характеристик [1, табл. 1] величинам  $N_{ен}$  или  $N_{ес}$ ).

Все полученные результаты вычислений необходимо занести в табл. 1.

По полученным данным строится график тягового баланса трактора (рис. 3). На построенном графике необходимо выделить зоны достаточного и недостаточного сцепления трактора с почвой, а также зону неиспользованных возможностей трактора. Необходимо указать в отчёте мероприятия, которые могли бы повысить использование мощности трактора на рыхлых почвах.

**1. Показатели тяговых свойств трактора**

Варианты агрофона	Показатели Передачи	$P_{кас}$	$F_c$	$F_{дв}$	$P_f$	$P_\alpha$	$P_T$	$V_p$	$N_T$	$\eta$	$q_T$
I	1										
	2										
	...										
	и т.д.										
II	1										
	2										
	...										
	и т.д.										



**Рис. 3. График тягового баланса трактора**

**Контрольные вопросы**

1. В каких случаях в расчётах принимаются значения  $F_c$  и  $F_{дв}$ ?
2. Какие мероприятия позволяют повысить значения  $F_c$ ?

3. Что необходимо сделать, чтобы обеспечить нормальную работоспособность трактора в зоне недостаточного сцепления?
4. Как повысить величину тягового усилия без изменения мощности двигателя?

### *Лабораторная работа 3*

## **РАСЧЁТ СОСТАВА МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ**

*Цель работы:* освоить методику расчёта состава машинно-тракторных агрегатов (МТА) для выполнения различных сельскохозяйственных работ.

### *Задание*

1. Построить для заданной марки трактора кривые зависимостей  $N_{T \max} = f(P_T)$  и  $V_p = f(p_T)$  на всех рабочих передачах.
2. Для заданного вида работы определить интервалы технологически допустимых скоростей движения и зону рациональной тяговой загрузки трактора.
3. Произвести расчёт состава МТА и проверить его тяговую загрузку.
4. Нарисовать схему МТА и определить его кинематические характеристики.

### **Методические указания**

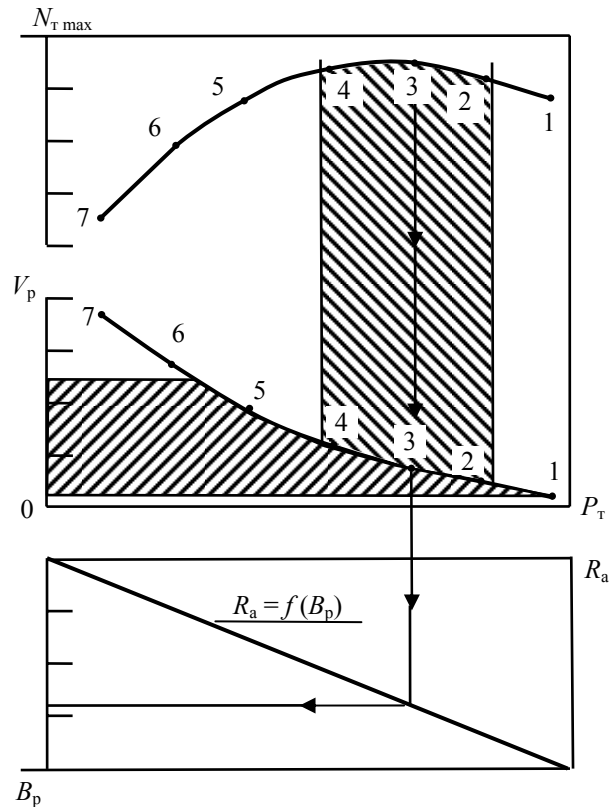
Исходные данные для проведения работы – марка трактора, вид сельскохозяйственной работы, агрофон, глубина обработки, рельеф поля – задаются преподавателем.

В общем виде задача определения рационального состава машинно-тракторного агрегата сводится к определению и сравнению тягового усилия трактора и сопротивления рабочих машин в агрегате при агротехнических заданных рабочих скоростях. При этом оптимальным критерием рациональности подбора состава МТА будет являться коэффициент тяговой загрузки трактора.

Данные для построения графиков  $N_{T \max} = f(P_T)$  и  $V_p = f(p_T)$  выбирается из [1, табл. 5П, 6П]. Графики потенциальной тяговой характеристики (огibaющей кривой)  $N_{T \max}$  и рабочих скоростей движения на всех рабочих передачах строятся на миллиметровой бумаге в масштабе (рис. 4).

Зависимость сопротивления агрегата  $R_a = f(B_p)$  строится на том же рисунке под графиками  $N_{T \max}$  и  $V_0$ . Масштабы  $R_a$  и  $P_T$  должны быть одинаковы. Построение зависимости  $R_a = f(B_p)$  производится с учётом данных [1, табл. 3, 4, 5, 8П, 9П, 16П, формул (2.1) – (2.8)], а также исходных данных – вида работы, глубины обработки и т.д.

Выбор необходимых рабочих передач производится по максимальному значению тяговой мощности (например, на рис. 4 – это третья передача). Но для анализа работы берутся ещё резервные передачи (например, на рис. 4 – вторая и четвертая передачи). С учётом выбранных передач вертикальными линиями выделяют зону допустимой тяговой нагрузки трактора. Одновременно на графике  $V_p = f(P_T)$  горизонтальными линиями выделяют интервал технологически допустимых скоростей движения.



**Рис. 4. Графики зависимостей  $N_{T \max} = f(P_T)$ ;  $V_p = f(P_T)$  и  $R_a = f(B_p)$**

Для дальнейшего анализа выбираются только те рабочие передачи, которые оказались в зоне пересечения двух указанных интервалов (допустимых скоростей и допустимой нагрузки). Таким образом, определяются значения  $P_T$  на выбранных передачах. Затем, опуская вертикальные линии из точек, соответствующих выбранным передачам, до пересечения с зависимостью  $R_a = f(B_p)$ , находится примерное количество машин в агрегате (с округлением до меньшего целого числа). Это необходимо для определения вида и характеристики сцепки. Затем определяют сопротивление сцепки  $R_{сц} = G_{сц} f_{сц}$ , исходя из данных [1, табл. 8П, 9П].

С учётом найденного значения  $R_{сц}$  и определённого количества машин (корпусов плуга) в агрегате на оси  $R_a$  отмечают значение общего сопротивления агрегата. При необходимости учитывается и сопротивление маркеров. Предпочтительность работы на одной из выбранных передач определяется коэффициентом тяговой загрузки  $\xi_{N_T} = R_a / P_T$ , значения которого находятся в пределах 0,85...0,95.

При работе машинно-тракторных агрегатов на неровном рельефе значения  $P_T$  и  $R_a$  изменяются с учётом величины уклона или подъёма  $i$ .

Схему выбранного агрегата необходимо выполнить в масштабе с указанием кинематических параметров агрегата (длины  $l_k$  и ширины  $d_k$ ).

Данные расчётов и графических построений приводятся в отчёте о работе.

### Контрольные вопросы

1. Что такое тяговая характеристика трактора?
2. По каким параметрам определяются оптимальные значения тягового усилия трактора?
3. Какие факторы влияют на сопротивление агрегата?
4. Как определить интервал рациональных по загрузке рабочих скоростей?

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АГРЕГАТОВ

*Цель работы:* овладеть методикой исследования производительности машинно-тракторных агрегатов в различных производственных условиях.

### Задание

1. Произвести расчёт кинематических параметров рабочего участка и агрегата при заданных условиях (длина гона, вид работы, состав агрегата).
2. Для двух заданных вариантов способа движения агрегата определить параметры поворотов. Ширину поворотной полосы, время рабочего и холостого движения.
3. Составить баланс времени смены, определить коэффициент использования времени смены.
4. Определить и проанализировать значения производительности агрегата для заданных вариантов движения.

### Методические указания

В эксплуатационных расчётах наибольший интерес представляет анализ сменной технической производительности

$$W_{\text{см}} = 0,1B_p V_p T_{\text{см}} \tau,$$

где  $W_{\text{см}}$  – сменная производительность агрегата, га/см;  $B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата, м;  $V_p$  – рабочая скорость движения агрегата, км/ч;  $T_{\text{см}}$  – нормативное время смены, ч;  $\tau$  – коэффициент использования времени смены ( $T_p / T_{\text{см}}$ ).

Наибольшее влияние на производительность агрегата оказывает рациональное использование времени смены, т.е. коэффициент  $\tau$ .

При нормировании полевых механизированных работ баланс времени смены выглядит следующим образом:

$$T_{\text{см}} = T_p + T_x + T_{\text{техн}} + T'_{\text{техн}} + T_{\text{то}} + T_{\text{пз}} + T_{\text{лн}}, \quad (4)$$

где  $T_p$  – чистое время работы, ч;  $T_x$  – время на холостые повороты, ч;  $T_{\text{техн}}$  – время на заправку или загрузку технологических ёмкостей агрегата, ч [1, табл. 18П];  $T'_{\text{техн}}$  – время на устранение технологических отказов, ч (не более 0,1 ч);  $T_{\text{то}}$  – время технического обслуживания машин на загоне, ч (не более 0,2 ч);  $T_{\text{пз}}$  – время на подготовительно-заключительные операции, ч;  $T_{\text{лн}}$  – время на отдых и личные надобности обслуживающего персонала, ч (обычно принимают равным 0,41...0,47 ч).

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{ето}} + T_{\text{ппп}}, \quad (5)$$

где  $T_{\text{ето}}$  – время на проведение ежесменного технического обслуживания, ч [1, табл. 11, 33П];  $T_{\text{ппп}}$  – время на получение наряда и переезды в начале и конце смены (обычно принимается равным 0,5 ч).

Время чистой работы агрегата  $T_p$  и время на выполнение холостых поворотов  $T_x$  может быть определено только после выполнения расчёта кинематических параметров участка и агрегата и параметров поворотов.

## Порядок выполнения работы

1. Нарисовать схему заданного агрегата, определить кинематическую длину агрегата  $l_k$ , кинематическую ширину его  $d_k$ , радиус поворота  $R$ , ширину рабочего участка  $C_{yч}$  и длину выезда  $e$

$$l_k = l_T + l_{сц} + l_M,$$

где  $l_T$  – расстояние от кинематического центра агрегата до точки прицепа трактора, м;  $l_{сц}$  – расстояние от точки прицепа трактора до точки присоединения рабочей машины к сцепке (с учётом удлинителя, длина которого равна 3,4 м);  $l_M$  – расстояние от точки присоединения машины до линии задних рабочих органов, м [1, рис. 12, табл. 17П].

Для агрегатов с задним расположением рабочих органов  $e \approx 0,5l_k$  (для прицепных машин) и  $e \approx 0,1l_k$  для навесных машин).

Радиус поворота агрегата с достаточной для эксплуатационных расчётов точностью определяется по формуле

$$R = R_0 K_R,$$

где  $R_0$  – радиус поворота, м, берётся из [1, табл. 10];  $K_R$  – коэффициент, учитывающий скорость движения на повороте [1, табл. 10].

Действительное значение ширины рабочего участка  $C_{yч}$  должно быть не меньше  $C_{опт}$  и кратно двойной ширине захвата агрегата:

$$C_{опт} = \sqrt{16R_0^2 + 2B_p L_p}; \quad (6)$$

$$C_{опт} = \sqrt{2(L_p B_p - 2R_0^2)}; \quad (7)$$

$$C_{опт} = \sqrt{3B_p L_p}. \quad (8)$$

Формула (6) используется для расчётов  $C_{опт}$  при движении всвал, вразвал и чередованием обработки свал и вразвал, формула (7) – для двухзагонного способа, а формула (8) – для комбинированного способа движения.

Найденное значение  $C_{yч}$  может быть увеличено, если площадь загона при заданном значении  $L_{yч}$  и найденном  $C_{yч}$  будет меньше сменной производительности.

2. Исходя из заданных вариантов и в соответствии с [1, рис. 14], необходимо выбрать и нарисовать схемы способов движения агрегата. Установить по рисунку вид поворотов, определить по [1, рис. 13] значения  $L_x$  и  $E_{min}$ , выраженные через  $R_0$ ,  $d_k$  и  $e$ . Значение величины  $E_{min}$  может быть увеличено до ближайшего кратного ширине захвата агрегата значения.

Время рабочего  $T_p$  и холостого  $T_x$  движения на заgone (участке) определяется по формулам

$$T_p = S_p / V_p; \quad T_x = S_x / V_x,$$

где  $V_p$  – рабочая скорость движения км/ч;  $V_{п}$  – скорость холостого хода при повороте, км/ч (принимается в пределах 8,0...9,5 км/ч).

Оценку правильности выбора способа движения делают путём сравнения значений коэффициента рабочих ходов  $\varphi = S_p / (S_p + S_x)$  и коэффициента использования времени движения  $\tau_{дв} = T_p / (T_p + T_x)$ .

Для выбранных способов движения агрегата коэффициент рабочих ходов  $\varphi$  рассчитывается согласно зависимостей [1, формулы (4.4), (4.6), (4.9), (4.12), (4.14), (4.17), (4.20), (4.22)].

3. Пользуясь формулами (4) и (5), составить баланс времени смены. При этом время на заправку или разгрузку технологических ёмкостей определяется следующим образом:

$$T_{техн} = t_{оц} n_{ц};$$

$$n_{ц} = (T_{см} - T_{пз} - T_{то} - T_{лн} - T_{техн}) / t_{ц};$$

$$t_{ц} = 2 L_p^{cp} / V_p + 2 L_x^{cp} / V_{п} + t_{оц};$$

$$t_{оц} = (2L_p / L_{техн}) t_{ос},$$

где  $n_{ц}$  – количество циклов работы агрегата за смену;  $t_{ц}$  – время одного цикла работы, ч;  $t_{оц}$  – время технологических остановок агрегата за цикл, ч;  $t_{ос}$  – время на одну технологическую остановку агрегата, ч [1, табл. 18П].

Рабочий ход агрегата  $L_{техн}$  определяется из выражения

$$L_{техн} = \frac{10^4 V \gamma \lambda}{q B_p},$$

где  $q$  – норма расхода материала (зерна, удобрений и т.д.) или урожайность, т/га;  $V$  – объём бункера, м<sup>3</sup> [1, табл. 39П];  $\gamma$  – плотность продукта (зерна и т.п.), т/м<sup>3</sup> [1, табл. 20П];  $\lambda$  – коэффициент заполнения бункера (0,95);  $B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата, м.

Действительное рабочее время подсчитывают по формуле

$$T_p^д = 2 n_{ц} L_p^{cp} / V_p.$$

Затем определяется действительный коэффициент использования времени смены

$$\tau_d = T_p^д / T_{см}.$$

4. Производительность агрегата при двух вариантах выбранных способов движения определяется по формуле (3), после чего производится анализ причин изменения производительности и делаются выводы по работе.

## Контрольные вопросы

1. От каких факторов зависит радиус поворота агрегата?
2. Что влияет на ширину поворотной полосы?
3. Чем определяется выбор способа движения агрегата?
4. Какие из составляющих производительности являются наиболее значимыми?
5. Как определить расположение мест заправки сеялок?

## Лабораторная работа 5

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ ПРИ РАБОТЕ АГРЕГАТОВ

*Цель работы:* овладеть методикой определения эксплуатационных затрат при выполнении агрегатами сельскохозяйственных работ.

#### Задание

1. Исходя из заданных условий, обусловленных соответствующим вариантом задания, определить производительность заданного агрегата.
2. Определить затраты труда при работе агрегата на единицу выполненной работы.
3. Определить расход топлива на единицу выполненной работы, а также расход топлива и смазочных масел на весь объём работы.
4. Определить удельные эксплуатационные затраты на использование машинных агрегатов.
5. Определить удельные приведённые затраты на работу машинного агрегата.

#### Методические указания

В соответствии с заданием рассчитываются следующие показатели эксплуатационных затрат при работе сельскохозяйственных агрегатов:

1. Затраты труда на единицу выполненной работы

$$S_T = mT_{\text{см}} / W_{\text{см}},$$

где  $m$  – количество механизаторов и вспомогательного персонала, чел.;  $W_{\text{см}}$  – сменная производительность агрегата, га;  $T_{\text{см}}$  – время смены, ч.

Количество механизаторов и обслуживающего персонала определяется, исходя из состава агрегата и характера работ. Для сеялочных агрегатов ориентировочно принимается по одному человеку вспомогательного персонала на каждую сеялку, для картофелеуборочных комбайнов, кроме одного тракториста берут в расчет одного комбайнера и 4 – 6 вспомогательных рабочих на один комбайн.

2. Расход топлива на единицу выполненной агрегатом работы

$$g_{\text{га}} = G_{\text{тсм}} / W_{\text{см}},$$

где  $G_{\text{тсм}}$  – количество израсходованного за смену топлива, кг/смену.

С достаточной для учебных расчётов точностью расход топлива в смену можно определить из выражения

$$G_{\text{тсм}} = [G_{\text{тр}}\tau + G_{\text{тх}}(1 - \tau)] T_{\text{см}},$$

где  $G_{\text{тр}}$  и  $G_{\text{тх}}$  – значения среднего часового расхода топлива соответственно при рабочем и холостых ходах, кг/ч.

Таблица 2

Марка трактора	$G_{тр}$ , кг/ч	$G_{тх}$ , кг/ч
Т-4А	17,0...23,4	9,5...13,0
К-700	27,0...35,0	13,0...19,0
К-701	32,0...51,0	19,0...30,0
Т-150	22,0...26,5	11,5...14,0
Т-150К	25,0...30,0	11,5...17,0
ДТ-75М	14,0...16,5	7,5...10,0
Т-70С	11,5...13,5	6,0...8,0
МТЗ-80, 82	10,5...15,0	5,5...8,5
ЮМЗ-6	8,5...11,6	4,2...6,5
Т-40М, АМ	6,5...9,5	4,2...5,5
Т-25А	3,6...4,8	2,0...3,0

Для наиболее распространённых отечественных тракторов  $G_{тр}$  и  $G_{тх}$  представлены в табл. 2.

Значения  $G_{тр}$  и  $G_{тх}$  также можно определить из тяговых характеристик трактора по известным значениям сопротивлений  $R_a$  и  $R_{ax}$ .

Сначала определяют расход топлива, смазочных материалов и бензина на единицу выполненной работы, а затем подсчитывается их расход на весь объём работ.

3. Удельные эксплуатационные затраты (денежные средства) на использование машинных агрегатов

$$S_0 = \Sigma S_a + \Sigma S_{р\text{тх}} + S_{тсм} + S_{зп},$$

где  $\Sigma S_a$  – сумма амортизационных отчислений по трактору, сцепке, сельхозмашине и т.д., р./га;  $\Sigma S_{р\text{тх}}$  – сумма затрат на текущий ремонт, техническое обслуживание и хранение, р./га;  $S_{тсм}$  – затраты на топливо-смазочные материалы, р./га;  $S_{зп}$  – затраты на заработную плату механизаторам и вспомогательному персоналу, р./га.

Удельные затраты на амортизацию агрегата определяют по уравнению

$$\Sigma S_a = S_{тр} + S_{сц} + S_{схм},$$

где  $S_{тр}$ ,  $S_{сц}$ ,  $S_{схм}$  – удельные затраты на амортизацию соответственно трактора, сцепки и сельхозмашины;

$$S_{тр} = (a_{рт} + a_{кт}) B_t / 100 T_{гт} W,$$

где  $a_{рт}$  и  $a_{кт}$  – соответственно годовые нормы отчислений на реновацию и капитальный ремонт трактора, %;  $T_{гт}$  – годовая загрузка трактора, ч;  $W$  – часовая производительность трактора, га/ч;  $B_t$  – балансовая цена трактора, р.

Удельные затраты на амортизацию сцепок  $S_{сц}$  и сельхозмашин  $S_{схм}$ , а также на текущий ремонт и техническое обслуживание  $S_{р\text{тх}}$  подсчитываются аналогично. Данные для расчёта берутся из [1, табл. 19П].

Удельные затраты на топливо и смазочные материалы определяют по формуле

$$S_{тсм} = g_{га} Ц_t,$$

где  $g_{га}$  – погектарный расход топлива на данной работе, кг/га;  $Ц_t$  – комплексная цена 1 кг топлива, р.



Для расчётов можно принять  $C_T = 30$  р./кг.

4. Удельные приведённые затраты на работу машинного агрегата

$$S_{\text{пр}} = S_{\text{п}} + (E_k / W) (B_T / T_{\text{ГТ}} + B_{\text{М}} n_{\text{М}} / T_{\text{ГМ}} + B_{\text{СЦ}} / T_{\text{ГСЦ}}),$$

где  $S_{\text{п}}$  – сумма удельных эксплуатационных затрат  $S_0$  и затрат  $S_{\text{М}}$  на основные и вспомогательные материалы (семена, удобрения и т.д.) р./га;  $E_k$  – коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15;  $T_{\text{ГТ}}$ ,  $T_{\text{ГСЦ}}$  и  $T_{\text{ГМ}}$  – годовая загрузка тракторов, сцепок и машин, ч;  $B_T$ ,  $B_{\text{СЦ}}$  и  $B_{\text{М}}$  – балансовые стоимости тракторов, сцепок и машин, р.

Данные расчётов свести в табл. 3.

**Таблица 3**

Вид работы	Агрегат	$W_{\text{см}}$	$S_T$	$g_{\text{га}}$	$S_0$	$S_{\text{пр}}$

После завершения расчётов на основе анализа полученных данных необходимо наметить пути улучшения эксплуатационных показателей заданного машинно-тракторного агрегата.

### **Контрольные вопросы**

1. Чем обосновано применение удельных эксплуатационных показателей по сравнению с абсолютными показателями затрат?
2. Что такое реновация первоначальной стоимости машины?
3. Как определяются приведённые затраты на работу машинного агрегата?
4. Как определяется разряд механизированных работ?

### **Содержание отчёта по работам**

1. Наименование и цель работы, содержание задания.
2. Результаты расчётов, заполненные таблицы.
3. Графики зависимостей.
4. Ответы на контрольные вопросы.
5. Выводы по работе.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курочкин, И.М. Эксплуатация машинно-тракторного парка : учебное пособие для с/х вузов / И.М. Курочкин. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 1996. – 200 с.
2. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Колос, 1978. – 256 с.
3. Иофинов, С.А. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка / С.А. Иофинов, Э.П. Бабенко, Ю.А. Зуев. – М. : Агропромиздат, 1985. – 272 с.
4. Краткий справочник агронома / П.А. Забазный, Ю.П. Бурянов, Ю.Г. Карцев и др. – М. : Колос, 1983. – 320 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Лабораторная работа 1.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ .....	3
<b>Лабораторная работа 2.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЯГОВЫХ СВОЙСТВ ТРАКТОРА .....	6
<b>Лабораторная работа 3.</b> РАСЧЁТ СОСТАВА МАШИННО- ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ .....	9
<b>Лабораторная работа 4.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АГРЕГАТОВ .....	11
<b>Лабораторная работа 5.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАТРАТ ПРИ РАБОТЕ АГРЕГАТОВ .....	15
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	18