

ФГОУ ВПО РФ

**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра эксплуатации машино-тракторного парка

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**к практическим занятиям по эксплуатации МТП
для студентов IV курса факультета механизации**

**Краснодар
2008**

Методические указания подготовлены профессорами Масловым Г.Г., Кочкиным Е.А., Карбанищим А.П., доцентом Припоровым Е.В., ст. преподавателем Цыбулевским В.В.

Рекомендованы к изданию методической комиссией факультета механизации.

СОДЕРЖАНИЕ

	С.
ВВЕДЕНИЕ	4
1. СОСТАВЛЯЮЩИЕ ТЯГОВОГО БАЛАНСА ТРАКТОРА ПРИ РАБОТЕ В АГРЕГАТЕ	5
1.1 Уравнение тягового баланса трактора при работе в агрегате	6
1.2 Исходные данные для расчета	6
1.3 Определенные движущей агрегат силы в зависимости от почвенных условий	6
1.4 Определение сил сопротивления движению трактора	10
1.5 Определение тягового усилия трактора в зависимости от почвенных условий	11
1.6 Анализ составляющих тягового баланса трактора в зависимости от почвенных условия и способы улучшения его тяговых свойств	13
2 РАСЧЕТ СОСТАВА И РЕЖИМА РАБОТЫ МАШИНО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ	14
2.1 Исходные данные	14
2.2 Расчет многомашинного агрегата	15
2.3 Расчет одномашинного агрегата	19
2.4 Расчет пахотного агрегата	21
2.5 Расчет тягово-приводного агрегата	23
2.6 Расчет транспортного машинно-тракторного агрегата	26
3 РАСЧЕТ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АГРЕГАТА И РАБОЧЕГО УЧАСТКА	30
3.1 Расчет кинематических параметров агрегата и рабочего участка для непахотных агрегатов	30
3.2 Расчет кинематических параметров агрегата и рабочего участка для пахотных агрегатов	34
4 РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ АГРЕГАТА	37
4.1 Расчет технико-экономических показателей работы агрегатов с технологической емкостью	37
4.2 Расчет технико-экономических показателей работы агрегатов без технологической емкости	42
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	45
ПРИЛОЖЕНИЕ А	46
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	63

ВВЕДЕНИЕ

Цель предлагаемых методических указаний – оказать помощь преподавателям и студентам в проведении практических занятий по курсу ЭМТП с использованием компьютерных программ. Занятие предполагается проводить в компьютерном классе с использованием персональных компьютеров. Для каждого студента выдается свой вариант исходных данных.

Планом практических занятий по ЭМТП в 7 семестре предусмотрено выполнение расчетов по 4 темам:

- 1) составляющие тягового баланса трактора при работе в агрегате;
- 2) расчет состава и режима работы машинно-тракторных агрегатов;
- 3) расчет кинематических параметров агрегата и рабочего участка;
- 4) расчет технико-экономических показателей работы агрегата.

До выполнения расчетов студентами с использованием персональных компьютеров преподаватель совместно с ними рассчитывает один вариант вручную на доске, а каждый студент самостоятельно выполняет свой вариант задания. После проверки преподавателем и закрепления материала каждый студент выполняет индивидуальные задания с использованием компьютера по специально разработанным на кафедре МТП программам (Приложение Б).

Отчет о выполненной работе студент оформляет в виде пояснительной записки в строгом соответствии с данными методическими указаниями. В отчете приводятся исходные данные, формы для расчета и сам результат, строятся графики вручную и с помощью компьютера по программе MathCad и приводятся анализ полученных результатов. Оформляется отчет с использованием примера на стандартной бумаге формата А4 и сдается преподавателю для проверки.

1 СОСТАВЛЯЮЩИЕ ТЯГОВОГО БАЛАНСА ТРАКТОРА ПРИ РАБОТЕ В АГРЕГАТЕ

1.1 Уравнение тягового баланса трактора при работе в агрегате

Движение и работа агрегата происходят в результате взаимодействия сил, действующих на агрегат.

$$\frac{dv}{dt} = \frac{P_A - P_{\text{тп}} - P_f \pm P_a - P_w}{M_a}, \quad (1.1)$$

где $\frac{dv}{dt}$ - ускорение движения агрегата, м/с²;

P_A - движущая агрегат сила, кН;

$P_{\text{тп}}$ - тяговое усилие трактора, необходимое для преодоления сил сопротивления прицепной или навесной части агрегата, кН;

P_f - сила, затрачиваемая на самопередвижение трактора, кН;

P_a - сила сопротивления движению трактора на подъеме, кН;

P_w - сила сопротивления воздушной среде, кН.

M_a - масса агрегата, приведенная к поступательному движению, кг.

Произведение $M_a \frac{dv}{dt}$ - есть сила инерции P_j и уравнение 1.1 можно записать в следующем виде

$$P_A = P_{\text{тп}} + P_f \pm P_a + P_w \pm P_j. \quad (1.2)$$

При эксплуатационных расчетах величиной P_w можно пренебречь из-за незначительности ее величины, так как работа машинно-тракторных агрегатов происходит при относительно малых скоростях.

При рабочем ходе агрегата сила инерции P_j принимает то положительный, то отрицательный знак, в зависимости от изменяющейся нагрузки (при росте тягового сопротивления агрегата P_j имеет знак « - », при снижении - знак « + »). То есть, P_j стабилизирует величину тягового сопротивления агрегата. Поэтому в эксплуатационных расчетах принято считать, что движение агрегата при рабочем ходе происходит с постоянной скоростью и величину P_j не учитывают. В этом случае уравнение тягового баланса трактора при работе в агрегате можно записать в виде:

$$P_A = P_{\text{тп}} + P_f \pm P_a. \quad (1.3)$$

Одной из важнейших величин, входящих в уравнение тягового баланса трактора при работе в агрегате, является движущая агрегат сила P_A , от величины которой зависят тяговые возможности трактора, определяемые величиной $P_{\text{тп}}$, движимые им.

$$P_{\text{ср}} = P_0 - P_f \mp P_s \quad (1.4)$$

1.2 Исходные данные для расчета

Исходные данные для расчета необходимо выбрать из задания и справочных материалов и представить в виде таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Исходные данные для расчета составляющих тягового баланса трактора Т-25А

Показатель	Значение показателя
1. Эксплуатационный вес трактора G , кН	17,6
2. Номинальная эффективная мощность двигателя $N_{\text{ен}}$, кВт	18,4
3. Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя n_n , с ⁻¹	30,0
4. Радиус качения ведущего колеса r_k , м	0,57
5. Механический КПД трансмиссии трактора η_m	0,91
6. Передаточное число трансмиссии трактора i_m на передачах:	
1	63,6
2	50,3
3	43,4
7. Коэффициент сопротивления качению f при работе на:	
залежи	0,03
стерне	0,06
культивируемом поле	0,16
8. Коэффициент сцепления ведущего аппарата трактора с почвой μ при работе на:	
залежи	0,9
стерне	0,7
культивируемом поле	0,5
9. Уклон местности (подъем) i , %	2,0
10. Количество ведущих мостов трактора	1

Показатели по пунктам 7, 8, 9 записываются в таблицу 1.1 из индивидуального задания, а во остальным – из справочных материалов [3, 5] или таблиц А1 и А2 Приложения.

1.3 Определение движущей агрегат силы в зависимости от почвенных условий

В условиях достаточного сцепления ведущего аппарата трактора с почвой движущая агрегат сила P_d равна касательной силе P_s , а при недостаточном сцеплении сила P_d равна максимальной силе сцепления ведущего аппарата трактора с почвой F_{max} . То есть, при $P_s \leq F_{\text{max}}$ сцепление ведущего аппарата трактора с почвой достаточное и $P_d = P_s$, а при $P_s > F_{\text{max}}$

сцепление недостаточное и $P_0 = F_{max}$. Иными словами, значение силы P_0 находится из сравнения соответствующих числовых значений сил P_0 и F_{max} (по передаткам с учетом почвенных условий) и равно меньшему из них.

В первом случае касательная сила P_0 может быть полностью использована на передвижение трактора и его тяговую работу, то есть

$$P_{эф} = P_0 - (P_f + P_0), \quad (1.5)$$

а во втором случае – только ее часть, равная силе F_{max} , то есть

$$P_{эф} = F_{max} - (P_f + P_0). \quad (1.6)$$

1.3.1 Определение касательной силы тяги трактора

Касательная сила тяги трактора на заданных передачах определяется по формуле 1.7

$$P_0 = \frac{0,159 N_e^* i_m \eta_p}{n_s r_s}, \quad (1.7)$$

где P_0 – касательная сила тяги, кН;

N_e^* – номинальная эффективная мощность двигателя, кВт;

i_m – передаточное число трансмиссии на данной передаче;

η_p – механический коэффициент полезного действия трансмиссии трактора;

n_s – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, с⁻¹;

r_s – радиус качения ведущего колеса (звездочки) трактора, м.

Все данные для расчета P_0 берутся из таблицы 1.1. В результате расчета будут получены три значения P_0 на заданных передачах, отличающиеся между собой по величине из-за различных значений i_m по передачам.

Полученные значения P_0 записать в таблицу 1.2. Так как величина P_0 практически не зависит от почвенных условий (незначительное изменение радиуса качения r_s), то ее значение на каждой передаче в различных почвенных условиях будет одинаковым.

1.3.2 Определение максимальной силы сцепления ведущего аппарата трактора с почвой

Максимальная сила сцепления ведущего аппарата трактора с почвой F_{max} определяется по формуле 1.8. Данные для расчета берутся из таблицы 1.1.

$$F_{max} = \mu \cdot G_{ca}, \quad (1.8)$$

где F_{max} – максимальная сила сцепления ведущего аппарата трактора с почвой, кН;

μ – коэффициент сцепления ведущего аппарата трактора с почвой;

G_{ca} – сцепной вес трактора, кН.

Сцепной вес трактора – это эксплуатационный вес трактора, приходящийся на его ведущий аппарат.

Сцепной вес трактора $G_{сч}$ для гусеничных и колесных тракторов со всеми ведущими колесами равен эксплуатационному весу трактора G .

Для колесных тракторов с одной ведущей осью можно с достаточной точностью принять

$$G_{сч} = 0,67 G \quad (1.9)$$

Полученные значения F_{max} для заданных почвенных условий записать в таблицу (см. пример таблицы 1.2)

Значения движущей агрегат силы P_d находятся из сравнения соответствующих числовых значений сил P_d и F_{max} (по передачам и с учетом почвенных условий) и равны меньшему из них.

Например. Трактор работает на 1 передаче на залежи $P_d = 9,9$ кН, а $F_{max} = 10,61$ кН. Так как $P_d < F_{max}$ – сцепление достаточное и движущей силой будет $P_d = 9,9$ кН.

Таблица 1.2 - Определение движущей агрегат силы

Почвенные условия	P_d по передачам, кН			F_{max} , кН	P_d по передачам		
	1	2	3		1	2	3
Залежь	9,9	7,83	6,76	10,61	9,9	7,83	6,76
Стерня	9,9	7,83	6,76	8,25	8,25	7,83	6,76
Культивированное поле	9,9	7,83	6,76	5,9	5,9	5,9	5,9

Аналогичная картина при работе трактора на залежи на 2 и 3 передачах, где движущей агрегат силой будет P_d . ($P_d < F_{max}$).

При работе на стерне на 1-й передаче величина движущей силы будет равна F_{max} . ($F_{max} < P_d$), а на 2 и 3 передачах движущей силой будет P_d . При работе же на культивированном поле на всех передачах $F_{max} < P_d$, и потому движущая агрегат сила будет равна F_{max} .

1.3.3 Построение графиков зависимости движущей агрегат силы от почвенных условий

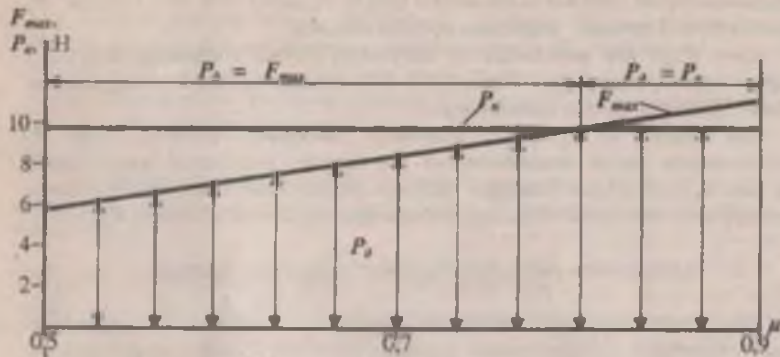
В качестве примера на рисунке 1.1 представлен график зависимости движущей агрегат силы от почвенных условий на первой, второй и третьей передачах.

Графики строятся по каждой из заданных передач, используя данные таблицы 1.2.

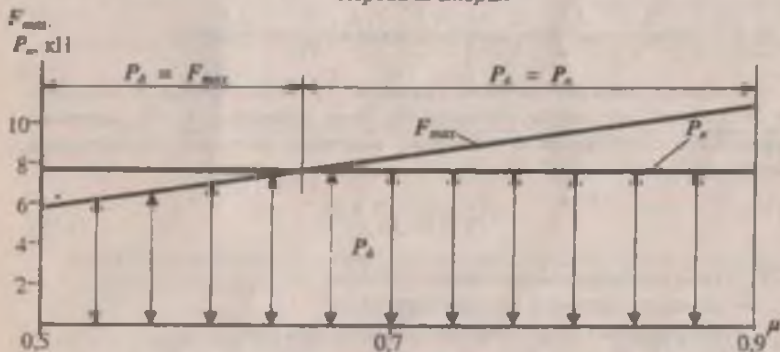
При построении графиков по оси абсцисс наносится равномерная шкала значений μ , а по оси ординат – значений P_d и F_{max} .

При выборе масштаба сил необходимо установить их наибольшее значение.

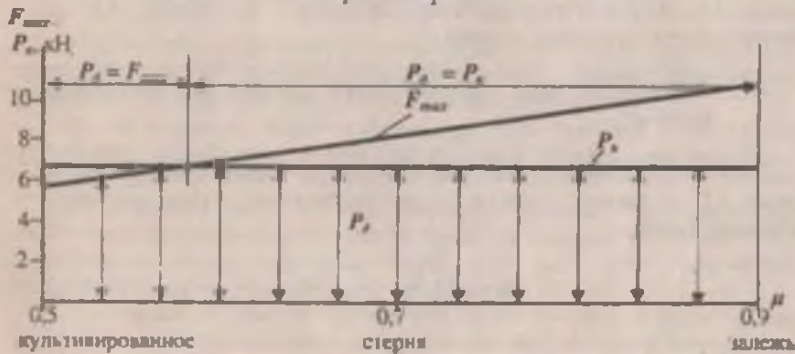
Передача первая



Передача вторая



Передача третья



культуриванное
поле

стерня

защель

Рисунок 1.1 Зависимость движущей агрегат силы P_d от почвенных условий.

Значения P_x практически не зависят от состояния почвы и откладываются на графике в масштабе шкалы ординат (9,9 кН). График P_x будет иметь вид прямой, параллельной оси абсцисс.

Сила $F_{\text{дв}}$, как зависящая от состояния почвы и свойства ведущего аппарата трактора (значения 10,61; 8,25; 5,9), откладывается в масштабе оси ординат против заданных значений μ .

Как видно из графика, величина движущей агрегат силы P_d ограничивается двумя независимыми факторами: величиной касательной силы тяги P_x на ведущем аппарате трактора, образуемой в результате работы двигателя, и силой сцепления ведущего аппарата трактора с почвой $F_{\text{дв}}$.

1.4 Определение сил сопротивления движению трактора

При установившемся движении агрегата с постоянной скоростью силами сопротивления движению трактора являются: сила сопротивления качению P_f и сила сопротивления движению трактора на подъем P_e .

1.4.1 Определение силы сопротивления качению трактора

Сила сопротивления качению трактора P_f определяется по формуле 1.10 и зависит от эксплуатационного веса трактора G и значения коэффициента сопротивления качению, величина которого определяется почвенными условиями [1].

$$P_f = G \cdot f, \quad (1.10)$$

где P_f – сила сопротивления качению трактора, кН;
 G – эксплуатационный вес трактора, кН;
 f – коэффициент сопротивления качению трактора.

Данные для расчета P_f в различных почвенных условиях берутся из таблицы 1.1, а результаты расчетов записывают в таблицу 1.3 для соответствующих почвенных условий.

1.4.2 Определение силы сопротивления движению трактора на подъем

Сила сопротивления движению трактора на подъем определяется по формуле 1.11 и зависит только от эксплуатационного веса трактора и величины подъема

$$P_e = \frac{G \cdot i}{100}, \quad (1.11)$$

где P_e – сила сопротивления движению трактора на подъем, кН;
 G – эксплуатационный вес трактора, кН;

i -- величина подьема, %.

Данные для расчета P_a берутся из таблицы 1.1 и записываются в таблицу 1.3. Для всех почвенных условий величина P_a одинаковая.

1.5 Определение тягового усилия $P_{\text{т}}$ трактора в зависимости от почвенных условиях

Результаты расчетов по определению тягового усилия трактора в различных почвенных условиях представить в виде таблицы 1.3. (Пример заполнения).

Таблица 1.3 - Определение тягового усилия трактора

Почвенные условия	P_d по передачам			P_f	P_a	$P_f + P_a$	$P_{\text{т}}$ по передачам		
	1	2	3				1	2	3
Залежь	9,90	7,83	6,76	0,53	0,35	0,88	9,02	6,95	5,88
Стерня	8,25	7,83	6,76	1,06	0,35	1,41	6,85	6,42	5,35
Культивированное поле	5,9	5,9	5,9	2,82	0,35	3,17	2,73	2,73	2,73

Тяговое усилие трактора определяется из уравнения 1.4 тягового баланса

$$P_{\text{т}} = P_d - (P_f + P_a). \quad (1.12)$$

Вычитая из значения P_d по передачам в различных почвенных условиях $P_f + P_a$, получаем значение $P_{\text{т}}$.

1.5.1 Построение графиков зависимости тягового усилия трактора от почвенных условий

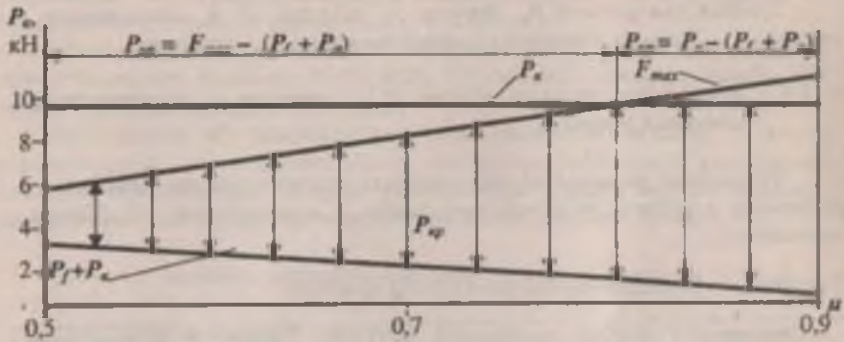
При построении графиков зависимости тягового усилия трактора $P_{\text{т}}$ от почвенных условий полностью воспроизводятся графики зависимости движущей агрегат силы P_d на заданных передачах (рисунок 1.1).

Затем, используя данные таблицы 1.3, откладываются значения сил сопротивления движению трактора $P_f + P_a$ (рисунок 1.2) при соответствующих значениях μ .

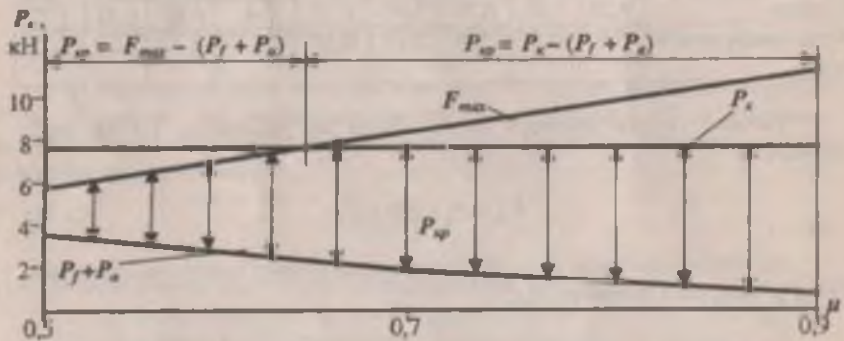
Пространство между линиями, определяющими величины движущей силы в рассматриваемых почвенных условиях, и линиями, определяющими величины сил сопротивления движению трактора, -- есть графическое отображение величин тягового усилия трактора $P_{\text{т}}$.

Как видим на примере (рисунок 1.2), величина тягового усилия трактора даже в пределах одной передачи не остается постоянной при работе в различных почвенных условиях.

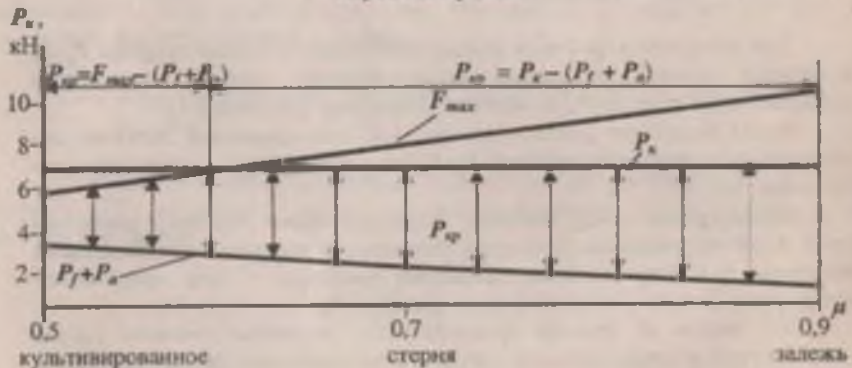
Передача первая



Передача вторая



Передача третья



0,5
культуриванное
поле

0,7
стерня

0,9
залежь

Рисунок 1.2 Зависимость тягового усилия трактора от почвенных условий.

1.6 Анализ составляющих тягового баланса трактора в зависимости от почвенных условий и способы улучшения его тяговых свойств

Студенту следует объяснить причины изменчивости движущей агрегат силы P_d и составляющих тягового баланса P_f , P_a и P_{φ} в зависимости от почвенных условий на рассматриваемых передачах трактора. Необходимо также установить, на каких передачах и в каких почвенных условиях трактор нуждается в улучшении сцепных свойств.

В рассматриваемом примере (рисунки 1.1 и 1.2) видно, что на всех передачах можно увеличить тяговое усилие трактора за счет улучшения его сцепных свойств.

Для улучшения тяговых свойств трактора в условиях недостаточного сцепления ведущего аппарата с почвой необходимо принять меры по увеличению силы сцепления $F_{\text{сцл}}$. Как видно из формулы 1.8, для этого есть два пути: увеличение значения коэффициента сцепления μ и повышение сцепного веса трактора $G_{\text{сч}}$.

Увеличить значения коэффициента сцепления можно следующими способами: своевременной заменой изношенных шин; применением шин с широким профилем, понижением давления воздуха в шинах; установкой почвозацепов; установкой полугусеничного хода.

Повысить сцепной вес трактора можно: навешиванием грузов на ведущие колеса; балластированием трактора; асимметричной расстановкой колес и грузов; заполнением камер ведущих колес жидкостью; изменением направления линии тяги; использованием догрузателей ведущих колес.

Студенту следует перечислить возможные способы улучшения тяговых свойств трактора, указанного в индивидуальном задании.

Результаты расчетов по определению составляющих тягового баланса трактора при работе в агрегате рекомендуется проверить в компьютерном классе, используя соответствующую программу (см. Приложение Б1).

2 РАСЧЕТ СОСТАВА И РЕЖИМА РАБОТЫ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

Расчет машинно-тракторного агрегата (МТА) включает в себя установление диапазона рабочих скоростей при выполнении заданной работы, выбор рабочих передач трактора в установленном диапазоне, определение тягового усилия трактора на выбранных передачах, определение возможного числа машин в агрегате (или корпусов шлуга при пахоте) и оценку загрузки трактора в каждом из рассматриваемых вариантов.

Расчет МТА производится в следующей последовательности:

- ✓ 1) установить интервал агротехнически допустимых скоростей движения агрегата с заданной сельскохозяйственной машиной (таблица А3);
- ✓ 2) определить 3-4 передачи (кроме первой), на которых может работать трактор в выбранном диапазоне скоростей (таблица А2);
- ✓ 3) для выбранных передач определить значения номинального тягового усилия трактора $P_{\text{н}}^*$ с учетом условий работы агрегата (таблица А2).

Дальнейший расчет зависит от вида и состава агрегата.

Для многомашинных агрегатов задача сводится к определению рационального числа машин в агрегате и скоростного режима, обеспечивающего высокое качество работы. Для агрегатов с установленной шириной захвата (в т. ч. одномашинных) – к определению рациональной передачи, на которой обеспечивается более полная загрузка трактора, а скорость движения не превышает величины, установленной агротребованиями к заданной сельскохозяйственной работе.

У пахотных агрегатов определяется рациональное число корпусов плуга и основная рабочая передача трактора.

2.1 Исходные данные

Указанные в задании исходные данные для выполнения расчетов следует представить по форме таблицы 2.1.

Таблица 2.1 - Исходные данные для выполнения расчетов

Сельскохозяйственная работа	Марка трактора	Марка сельхозмашины	Удельное сопротивление, кН/м (кПа)	Глубина вспашки, м
Посев	ДТ-75М	СЗ-3,6	1,6 кН/м	-

2.2 Расчет многомашинного агрегата

- ✓ 4) определить ориентировочное число машин в агрегате на каждой из выбранных передач по формуле:

$$n_0 = \frac{P_{\text{н}}^*}{v \cdot K_n} \quad (2.1)$$

где n_0 – ориентировочное число машин в агрегате;

$P_{\text{н}}^*$ – номинальное тяговое усилие трактора на i -ой передаче, кН;

v – ширина захвата машины, м. (таблица А3);

K_n – удельное сопротивление при работе данной машины, кН/м.

Полученные значения n_0 округляются до целого числа в сторону уменьшения.

Если в результате расчетов получилось, что количество машин в агрегате больше одной, то следует выбрать сцепку по величине необходимого фронта A_n и определить ее тяговое сопротивление.

Необходимый фронт сцепки определяется по формуле:

$$A_n = v \cdot (n_0 - 1), \quad (2.2)$$

где A_n – необходимый фронт сцепки, м.

Фронт выбранной сцепки должен быть равным или превышать необходимый A_n , но иметь возможно близкое к нему значение (таблица А4).

Тяговое сопротивление сцепки с учетом почвенных условий можно определить по формуле 2.3 или таблице А4

$$R_{\text{сн}} = G_{\text{сн}} \cdot f_{\text{сн}}, \quad (2.3)$$

где $R_{\text{сн}}$ – тяговое сопротивление сцепки, кН;

$G_{\text{сн}}$ – вес сцепки, кН;

$f_{\text{сн}}$ – коэффициент сопротивления качению сцепки (таблица А5);

3) определить уточненное число машин в агрегате с учетом тягового сопротивления сцепки

$$n_{\text{н}} = \frac{P_{\text{н}}^* - R_{\text{сн}}}{v \cdot K_n} \quad (2.4)$$

где $n_{\text{н}}$ – уточненное число машин в агрегате на выбранных передачах.

Полученное значение необходимо округлить в сторону уменьшения;

6) определить тяговое сопротивление прицепной части агрегата на выбранных передачах трактора

$$R_{\text{аг}} = K_n \cdot v \cdot n_{\text{аг}} + R_{\text{сн}}, \quad (2.5)$$

где $R_{\text{аг}}$ – тяговое сопротивление агрегата, кН;

7) определить рациональный состав агрегата и основную рабочую передачу по величине коэффициента использования тягового усилия $\eta_{и}$ трактора

$$\eta_{и} = \frac{R_{и}}{P_{и}} \cdot \xi \left[\frac{b}{a_{и}} \right] \quad (2.6)$$

где $\eta_{и}$ – коэффициент использования тягового усилия трактора на i -ой передаче.

Полученные при расчете значения коэффициента $\eta_{и}$ необходимо сравнить с оптимальным $\eta_{опт}$ и по наиболее близкому, но не превышающему его, выбрать рациональную по нагрузке трактора передачу (таблица А1).

Результаты вычислений по расчету многомашинного агрегата представить в виде таблицы 2.2.

Таблица 2.2 - Результаты расчета МТА (пример расчета посевного агрегата)

Интервал рабочих скоростей, км/ч	Рабочие передачи в интервале скоростей	Номинальное тяговое усилие $P_{и}^*$, кН	Число машин в агрегате, $n_{и}$	Марка сцепки	Тяговое сопротивление агрегата $R_{а}$, кН	Значение коэффициентов		Рациональная передача
						$\eta_{и}$	$\eta_{опт}$	
До 12	4	20,8	3	СП-11	17,3	0,83	0,93	4
	5	18,0	2	СП-11	12,5	0,69	0,93	
	6	15,4	2	СП-11	12,5	0,81	0,93	
	7	11,0	1	-	5,8	0,53	0,93	

Вывод: для заданных условий работы к трактору ДТ-75М необходимо присоединить 3 сеялки СЗ-3,6 со сцепкой СП-11 и работать на 4 основной передаче.

Проверить результаты вычислений в компьютерном классе (см. Приложение Б2).

2.2.1. Расчет маркеров

Для посевных агрегатов необходимо рассчитать длину вылета маркеров, т.е. расстояние от метчика маркера до ближайшего к нему следа сошника посевного агрегата. Число маркеров зависит от принятого способа движения агрегата.

При работе с маркером тракторист обычно направляет правое колесо или внутреннюю кромку правой гусеницы трактора по следу, проделанному метчиком маркера. При этом условия вылеты маркеров определяются по зависимостям:

для колесных тракторов;

для гусеничных тракторов

$$X_{\text{пр}} = (B^1 - a_1)/2 + m.$$

$$X_{\text{оп}} = (B^1 - a_1 - a_2)/2 + m, \quad (2.7)$$

$$X_{\text{лев}} = (B^1 + a_2)/2 + m.$$

$$X_{\text{прав}} = (B^1 + a_1 - a_2)/2 + m.$$

где $X_{\text{пр}}$, $X_{\text{лев}}$ – вылет маркеров, соответственно, правого и левого, м;

B^1 – расстояние между крайними рабочими органами машины агрегата, м;

a_1 – колея трактора, м (таблица А6);

a_2 – ширина звена гусеничной цепи, м (таблица А6);

m – ширина стыкового междурядья, м;

$$B^1 = B_p - m. \quad (2.8)$$

где B_p – рабочая ширина захвата агрегата (для посевных агрегатов B_p равна конструктивной ширине захвата B_k), м.

Ширина стыкового междурядья обычно равна ширине основного. Значение m для рядовых зерновых сеялок равно 0,15 м, узкорядных – 0,08 м; кукурузных (в том числе для посева подсолнечника) – 0,7 м; свекловичных – 0,45 м.

2.2.2 Вычертить систему выбранного агрегата с указанием его ширины захвата B_k , kinематической длины: агрегата l_a , трактора l_T , сцепки $l_{\text{сч}}$ и сельхозмашины l_m , аналогично рисунку 2.1.

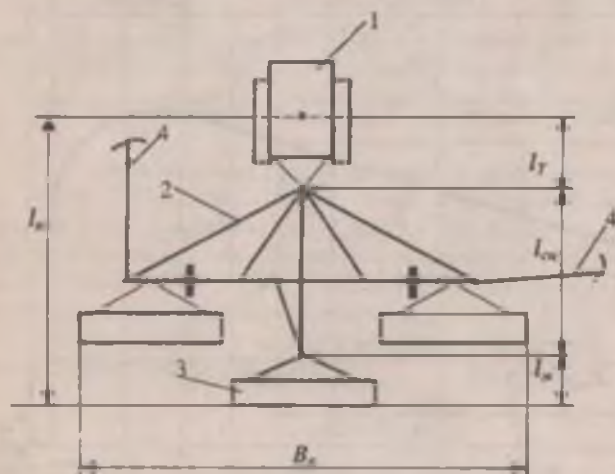


Рисунок 2.1 Схема посевного агрегата: 1 – трактор ДТ-75М; 2 – сцепка СП-11; 3 – сеялка зерновая СЗ-3,6; 4 – маркер.

Длина выезда агрегата обуславливается кинематической длиной агрегата l_a , которая определяется по выражению

$$l_a = l_t + l_m + l_{сш} . \quad (2.9)$$

где l_a – кинематическая длина агрегата, м,
 l_t – кинематическая длина трактора, м (таблица А6)
 l_m – кинематическая длина машины, м (таблица А3),
 $l_{сш}$ – кинематическая длина сцепки, м (таблица А4).

2.2.3 Определить рабочую скорость v_p и часовой расход топлива G_T при работе агрегата.

Для решения этой задачи необходимо, используя данные таблицы А7, построить тяговую характеристику трактора при работе на основной передаче и соответствующем агрофоне (рисунок 2.2).

Данные для построения тяговой характеристики трактора на основной передаче представить по форме таблицы 2.3.

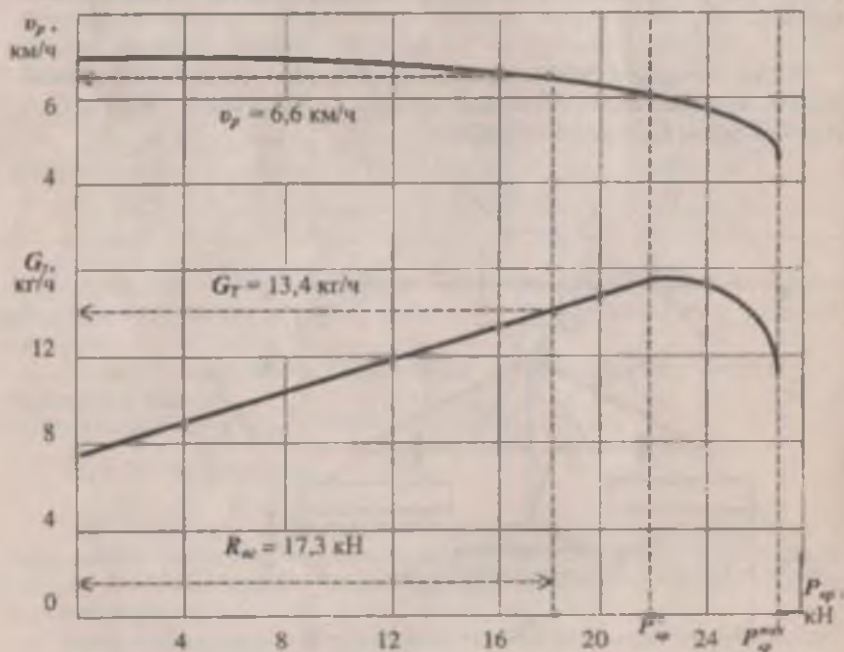


Рисунок 2.2 Определение значения G_T и v_p по тяговой характеристике трактора

Откладывая на тяговой характеристике значение R_n (R_n или R_{n0}), определить значения фактической рабочей скорости v_p и часового расхода топлива G_t .

Таблица 2.3 - Данные для построения тяговой характеристики (трактор ДТ-75М, передача IV, культивируемое поле)

Режим работы	Показатель	Передача 4
$P_{np} = 0$	v_p , км/ч G_t , кг/ч	7,4 7,7
$P_{np} = P_{np}^*$	P_{np}^* , кН v_p , км/ч G_t , кг/ч	23,0 6,8 16,5
$P_{np} = P_{np}^{max}$	P_{np}^{max} , кН v_p , км/ч G_t , кг/ч	27,0 4,6 13,6

Результаты расчетов по комплектованию агрегата представить в виде таблиц 2.4.

Таблица 2.4 - Эксплуатационно-техническая характеристика посевного агрегата

Состав агрегата				Ширина захвата агрегата B , м	Основная передача	Рабочая скорость движения v_p , км/ч	Часовой расход топлива G_t , кг/ч
трактор	сельхоз-машина	цепка	число машин в агрегате				
ДТ-75М	СЗ-3,6	СП-11	3	10,8	4	6,60	13,4

2.3 Расчет одномашинного агрегата

Привести исходные данные для расчета по форме таблицы 2.1

Для агрегатов с заранее известной шириной захвата (например, трактор Т-70С и культиватор УСМК-5,4 или МТЗ-80 с селлкой СУПН-8 и других подобных) расчет сводится к установлению рабочей передачи. При этом первые три пункта выполняются аналогично установленной последовательности расчета агрегатов (стр. 14).

4) поскольку число машин в агрегате известно, сразу можно определить тяговое сопротивление агрегата

$$R_{a0} = K_n \cdot a \cdot z \quad (2.10)$$

где R_{a0} - тяговое сопротивление агрегата (машин), кН;

K_n - удельное сопротивление при работе данной машины, кН/м;

a - ширина захвата машин, м (таблица А3);

5) после определения тягового сопротивления агрегата установить рабочую передачу по величине коэффициента использования тягового усилия, определяемого по формуле 2.6.

Результаты расчетов представить в виде таблицы, аналогичной таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Результаты расчета одномашинного агрегата на примере трактора ДТ-75М с культиватором КРН-8,4

Интервал рабочих скоростей, км/ч	Рабочие передачи в интервале скоростей	Номинальное тяговое усилие P_{np}^* , кН	Тяговое сопротивление агрегата R_{ag} , кН	Значение коэффициентов		Рациональная передача
				η_a	η_{max}	
До 9	2	27,4	15,12	0,55	0,93	
	3	24,0	15,12	0,63	0,93	
	4	28,0	15,12	0,72	0,93	
	5	18,0	15,12	0,84	0,93	5

Вывод: для заданных условий работы трактор ДТ-75М должен работать с культиватором КРН-8,4 на 5 основной передаче.

Проверить результаты вычислений в компьютерном классе (см. Приложение Б3).

2.3.1 Для посевных одномашинных агрегатов выполнить расчет вылета маркеров по формулам 2.7.

2.3.2 Вычертить схему агрегата с указанием его ширины захвата - B_a , кинематической длины агрегата - L_a , трактора - L_T и сельхозмашины - L_M , аналогично рисунку 2.3.

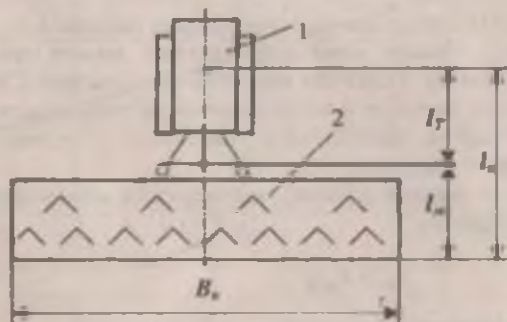


Рисунок 2.3 Схема агрегата: 1 - трактор ДТ-75М; 2 - культиватор КРН-8,4.

Кинематическая длина агрегата определяется по выражению:

$$l_c = l_r + l_m. \quad (2.11)$$

где l_c - кинематическая длина агрегата, м;

l_r, l_m - соответственно кинематическая длина трактора и сельхозмашины, м (таблица А6 и А3).

2.3.3 Определить рабочую скорость движения агрегата v_p и часовой расход топлива G , при работе агрегата.

Используя данные таблицы А7, построить тяговую характеристику трактора при работе на основной передаче для заданных условий работы агрегата (рисунок 2.2).

Привести данные для построения тяговой характеристики на основной передаче трактора по форме таблицы 2.3.

Определить по тяговой характеристике значение фактической рабочей скорости v_p и часового расхода топлива G_p , соответствующие тяговому сопротивлению агрегата.

Результаты расчетов по комплектованию агрегата представить в виде таблицы 2.6.

Таблица 2.6 - Эксплуатационно-техническая характеристика агрегата

Состав агрегата		Ширина захвата агрегата B , м	Основная передача	Рабочая скорость движения v_p , км/ч	Часовой расход топлива G_p , кг/ч
трактор	сельхозмашина				
ДТ-75М	КРН-8,4	8,4	5	7,7	14,0

2.4 Расчет пахотного агрегата

Привести исходные данные для расчета по форме таблицы 2.1.

Первые три пункта расчета выполняются аналогично установленной последовательности расчета агрегатов (стр. 14);

4) определить число корпусов плуга при работе на каждой из выбранных передач по формуле

$$n_d = \frac{P_{пл}}{K_{сд} \cdot a \cdot e_i}. \quad (2.12)$$

где n_d - число корпусов плуга на каждой i -ой передаче;

$K_{сд}$ - удельное сопротивление при пахоте, кПа;

a - глубина пахоты, м;

e_i - ширина захвата одного корпуса плуга, м.

Полученные значения числа корпусов плуга округлить до целого числа в сторону уменьшения, а число корпусов, больше, чем предусмотрено конструкцией плуга, необходимо отбросить и привести в соответствие с фактическим их наличием;

5) определить тяговое сопротивление плуга с полученным числом корпусов на выбранных передачах трактора

$$R_{i, \text{пл}} = K_{\text{пл}} \cdot n_i \cdot P_{\text{пл}} \quad (2.13)$$

где $R_{i, \text{пл}}$ - тяговое сопротивление плуга на каждой i -ой передаче, кН,

6) определить рациональный состав агрегата и основную рабочую передачу трактора по величине коэффициента использования тягового усилия, определяемого по формуле 2.6.

Результаты вычислений по расчету пахотного агрегата представить в виде таблицы 2.7.

Таблица 2.7 - Результаты расчета пахотного агрегата на примере трактора ДТ-75М с плугом ПЛН-4-35

Интервал рабочих скоростей, км/ч	Рабочие передачи в интервале скоростей	Номинальное тяговое усилие $P_{\text{пл}}^n$, кН	Число корпусов плуга, n_i	Тяговое сопротивление плуга $R_{i, \text{пл}}$	Значение коэффициентов		Рациональная передача
					η_a	$\eta_{\text{опт}}$	
5-9	3	26,0	4	17,5	0,67	0,91	
	4	22,8	4	17,5	0,77	0,91	
	5	20,0	4	17,5	0,88	0,91	5
	6	17,4	3	13,1	0,75	0,91	

Вывод: для заданных условий работы трактор ДТ-75М с плугом ПЛН-4-35 должен работать на 5 основной передаче.

Проверить результаты вычислений в компьютерном классе (см. Приложение Б4).

2.4.1 Вычертить схему агрегата с указанием его ширины захвата B_a , кинематической длины агрегата l_a , трактора l , и плуга $l_{\text{пл}}$.

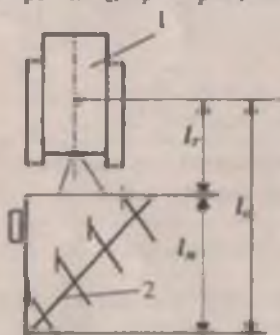


Рисунок 2.4 Схема пахотного агрегата

1 - трактор ДТ-75М; 2 - плуг ПЛН-4-35.

$$l_a = l_T + l_{\text{пл}} \quad (2.14)$$

где l_a – кинематическая длина пахотного агрегата, м;

l_T и $l_{\text{пл}}$ – соответственно, кинематическая длина трактора и плуга (таблица А6 и А3).

2.4.2. Определить рабочую скорость движения агрегата v_p и часовой расход топлива G_T при работе агрегата.

Используя данные таблицы А7, построить тяговую характеристику трактора при работе на основной передаче для заданных условий работы агрегата (рисунк 2.2).

Привести данные для построения тяговой характеристики трактора на основной передаче по форме таблицы 2.3.

Определить по тяговой характеристике значение фактической рабочей скорости v_p и часового расхода топлива G_T , соответствующие тяговому сопротивлению плуга.

Результаты расчетов по комплектованию пахотного агрегата представить в виде таблицы 2.8.

Таблица 2.8 - Эксплуатационно-техническая характеристика пахотного агрегата

Состав агрегата			Ширина захвата агрегата B , м	Основная передача	Рабочая скорость движения v_p , км/ч	Часовой расход топлива G_T , кг/ч
трактор	плуг	число корпусов				
ДТ-75М	П/ПН-4-35	4	1,4	5	6,88	13,9

2.5 Расчет тягово-приводного агрегата

При работе тягово-приводного агрегата эффективная мощность двигателя трактора расходуется не только на перемещение машины, но и на привод ее рабочих органов.

Возможны два основных варианта для расчета тягово-приводных агрегатов.

2.5.1 Первый вариант – мощность на привод рабочих органов машины постоянна и не зависит от поступательной скорости движения агрегата (опрыскиватели, машины для внесения минеральных удобрений и др.).

В этом случае расчет сводится к установлению рабочей передачи трактора и производится в следующей последовательности:

1) установить интервал агротехнически допустимых скоростей движения приводной машины при выполнении данной работы;

2) определить несколько передач, на которых может работать трактор в выбранном диапазоне скоростей;

3) для выбранных передач установить значения тягового усилия трактора $P'_{\text{тп}}$ с учетом мощности на привод механизмов машины. Для этого вначале определяются значения касательной силы тяги трактора

$$P'_{\text{тп}} = \frac{0,159 \left(N_{\text{дв}} - \frac{N_{\text{мш}}}{\eta_{\text{всш}}} \right) i_t \eta_m}{n_d r_s}, \quad (2.15)$$

где $P'_{\text{тп}}$ – касательная сила тяги трактора при работе с приводной машиной, кН;

$N_{\text{дв}}$ – номинальная эффективная мощность двигателя, кВт;

$N_{\text{мш}}$ – мощность, потребляемая на привод механизмов машины, кВт;

$\eta_{\text{всш}}$ – механический к.п.д. передачи от коленчатого вала двигателя к валу отбора мощности. $\eta_{\text{всш}} = 0,95$;

i_t – передаточное число трансмиссии трактора на данной передаче;

η_m – механический к.п.д. трансмиссии трактора;

n_d – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, с⁻¹;

r_s – радиус качения ведущего колеса трактора, м.

Затем по формуле 1.8 (стр. 7) рассчитывается величина максимальной силы сцепления двигателя трактора с почвой $F_{\text{сш}}$.

Из сравнения этих сил определяется величина движущей агрегатной силы P_d , как указано в пункте 1.3.2.

Величины $P'_{\text{тп}}$ определяются по известной формуле (1.12);

4) определить тяговое сопротивление приводной машины

$$R_{\text{мш}} = (G_{\text{м}} + G_r) f_{\text{м}}. \quad (2.16)$$

где $R_{\text{мш}}$ – тяговое сопротивление приводной машины, кН;

$G_{\text{м}}$ – вес приводной машины, кН;

G_r – вес груза (материала) в приводной машине, кН;

$f_{\text{м}}$ – коэффициент сопротивления качению машины;

5) по величине коэффициента использования тягового усилия установить рабочую передачу трактора

$$\eta_{\text{ис}} = \frac{R_{\text{мш}}}{R'_{\text{тп}}}. \quad (2.17)$$

где $\eta_{\text{ис}}$ – коэффициент использования тягового усилия трактора на i -ой передаче;

б) построить тяговую характеристику трактора на выбранной передаче, используя данные таблицы А7 и определить фактическую скорость движения трактора (агрегата) и расход топлива при работе агрегата.

Значения v_p и G_p на построенной тяговой характеристике определить через величину суммарного тягового сопротивления агрегата, откладываемую на оси абсцисс графика

$$R_{\text{сум}} = R_{\text{ан}} + R_{\text{пр}} \quad (2.18)$$

где $R_{\text{сум}}$ – суммарное тяговое сопротивление агрегата, кН;

$R_{\text{пр}}$ – приведенное тяговое сопротивление машины, кН

$$R_{\text{пр}} = \frac{0,159 \cdot N_{\text{ан}} \cdot i_p \cdot \eta_p}{\eta_r} \quad (2.19)$$

где $R_{\text{пр}}$ – приведенное тяговое сопротивление, кН;

i_p – передаточное число трансмиссии трактора на выбранной передаче.

Результаты расчетов тягового-приводного агрегата представить в виде таблицы 29.

Таблица 29 - Эксплуатационно-техническая характеристика приводного агрегата

Состав агрегата		Потребляемая мощность, $N_{\text{ан}}$, кВт	Рабочая передача	Рабочая скорость v_p , км/ч	Часовой расход топлива, G_p , кг/ч
трактор	машина				
МТЗ-80	МВУ-5	8,0	6	10,8	11,6

2.5.2 Второй вариант – мощность на привод рабочих органов машины зависит от ее пропускной способности (прицепной кукурузопогрузочный комбайн, измельчитель валков соломы и др.)

1) в этом случае расчет начинается с определения допустимой скорости движения приводной машины $v_{\text{пр}}$, обусловленной пропускной способностью ее рабочих органов

$$v_{\text{пр}} \leq \frac{36q}{B_p H} \quad (2.20)$$

где $v_{\text{пр}}$ – допустимая скорость движения агрегата, км/ч;

q – пропускная способность (секундная подача, кг/с);

B_p – рабочая ширина захвата машины, м;

H – урожайность убираемой культуры, т/га.

$$B_p = B \cdot \beta, \quad (2.21)$$

где B_p – рабочая ширина захвата машины, м;

β – коэффициент использования ширины захвата.

Сравнить расчетное значение $v_{расч}$ с максимально допустимой скоростью движения агрегата v_{max} и принять меньшее из их значений.

2) по принятому значению v_p подобрать рабочую передачу трактора, для которой определить $P_{тр}$, как указано в первом варианте расчета;

3) определить тяговое сопротивление приводной машины

$$R_{пр} = G_{пр} \cdot f_{пр}, \quad (2.22)$$

где $R_{пр}$ – тяговое сопротивление приводной машины,

$G_{пр}$ – вес машины, кН;

$f_{пр}$ – коэффициент сопротивления качению машины (таблица А5).

4) по формуле 2.17 определить коэффициент использования тягового усилия трактора,

5) определить действительную скорость движения агрегата и часовой расход топлива в соответствии с пунктом б) первого варианта расчета.

6) результаты расчетов тягово-приводного агрегата представить в виде таблицы 2.9.

2.6 Расчет транспортного машинно-тракторного агрегата

Расчет транспортного машинно-тракторного агрегата предусматривает: определение тягового сопротивления агрегата, выбор рациональной передачи трактора, возможность использования трактора на выбранной передаче при трогании с места, проверку достаточности силы сцепления ведущего аппарата трактора с почвой.

2.6.1 Тяговое сопротивление агрегата

$$R_{ам} = G_{спв} \cdot f_{сп}, \quad (2.23)$$

где $R_{ам}$ – тяговое сопротивление транспортного агрегата, кН;

$G_{спв}$ – общий вес груженого прицепа, кН;

$f_{сп}$ – коэффициент сопротивления качению прицепа (таблица А19).

Вес груженого прицепа $G_{спв}$ определяется по выражению 2.24

$$G_{спв} = G_{сп} + G_f, \quad (2.24)$$

где $G_{сп}$ – вес незагруженного прицепа, кН (таблица А20);

G_f – вес груза в прицепе, кН.

Вес груза G , в кузове прицепа определяется по выражению 2.25

$$G = \frac{V \cdot \rho \cdot \lambda}{100}, \quad (2.25)$$

где V – вместимость кузова прицепа, м^3 (таблица А20);

ρ – плотность груза, $\text{кг}/\text{м}^3$ (таблица А21);

λ – коэффициент использования объема кузова прицепа $\lambda = 0,9 - 1,0$.

2.6.2 Выбор рациональной передачи трактора

Сравнить полученное значение $R_{\text{пр}}$ с значениями $P_{\text{пр}i}$ данного трактора (таблица А22), выбрать рабочую передачу трактора и определить величину коэффициента использования тягового усилия трактора по выражению 2.26

$$\eta_{\text{т}} = \frac{R_{\text{пр}}}{P_{\text{пр}}^*}, \quad (2.26)$$

где $\eta_{\text{т}}$ – коэффициент использования тягового усилия трактора;

$P_{\text{пр}}^*$ – номинальное тяговое усилие трактора на выбранной передаче, кН.

Полученное значение $\eta_{\text{т}}$ сравнить с его оптимальным значением $\eta_{\text{опт}}$ (таблица А1) и в случае необходимости, когда $\eta_{\text{т}}$ окажется больше оптимального значения, выбрать другую рабочую передачу.

2.6.3 Определение возможности использования трактора при трогании с места

Для тракторных транспортных агрегатов наиболее тяжелые условия по нагрузке соответствуют троганию с места (особенно при движении на подъем).

Возможность использования трактора при трогании с места на выбранной в подразделе 2.6.2 передаче находится из выражения 2.27

$$P_{\text{пр}}^* \geq G_{\text{пр}} \left(f_{\text{пр}} a_{\text{пр}} + \frac{i}{100} \right) + G \left[f (a_{\text{пр}} - 1) + \frac{i}{100} \right], \quad (2.27)$$

где $P_{\text{пр}}^*$ – номинальное тяговое усилие трактора на выбранной передаче, кН;

$G_{\text{пр}}$ – вес груженого прицепа, кН;

$f_{\text{пр}}, f$ – коэффициенты сопротивления качению соответственно прицепа и трактора (таблица А19);

$a_{\text{пр}}, a_{\text{тр}}$ – коэффициенты довышения сопротивлению движения соответственно прицепа и трактора при трогании с места (таблица А23);

i – величина подъема, %;

G – вес трактора, кН.

Если условие 2.27 выполняется, то трактор на выбранной передаче реализует возможность трогания с места заданного прицепа. В противном случае необходимо либо выбрать пониженную передачу, либо определить возможный вес груза в прицепе, разрешив неравенство 2.27 относительно $G_{\text{пр}}$.

2.6.4 Проверка достаточности силы сцепления ведущего аппарата трактора с почвой

Достаточность силы сцепления двигателя трактора с почвой на выбранной передаче проверить, пользуясь выражением 2.28

$$F_{\text{max}} - G \left(f a_{\text{пр}} + \frac{i}{100} \right) \geq G_{\text{пр}} \left[f_{\text{пр}} a_{\text{пр}} + \frac{i}{100} \right], \quad (2.28)$$

Максимальная сила сцепления F_{max} , находится по формуле 2.29

$$F_{\text{max}} = \mu \cdot G_{\text{сч}}, \quad (2.29)$$

где F_{max} – максимальная сила сцепления ведущего аппарата трактора с почвой, кН.

$G_{\text{сч}}$ – сцепной вес трактора, кН (вес трактора, приходившийся на его ведущий аппарат), кН;

μ – коэффициент сцепления ведущего аппарата трактора с почвой (таблица А19).

Если условие 2.28 не выполняется, то следует определить возможный вес груза в прицепе

$$G_{\text{пр}} \leq \frac{F_{\text{max}} - G \left(f a_{\text{пр}} + \frac{i}{100} \right)}{f_{\text{пр}} a_{\text{пр}} + \frac{i}{100}} - G_{\text{пр}}. \quad (2.30)$$

В заключение необходимо сделать вывод: на какой передаче и с какой скоростью будет двигаться транспортный агрегат, и на какой передаче будет использован трактор при трогании с места.

2.6.4 Металлоемкость процесса транспортировки

Металлоемкость процесса транспортировки груза может быть определена по формуле 2.31

$$M_s = \frac{M_r}{T_{\text{тр.л}} \cdot W_s} + \frac{M_n}{T_{\text{пр.л}} \cdot W_s}, \quad (2.31)$$

где M – удельная металлоемкость, кг/т;

M_r, M_n – соответственно масса трактора и прицепа, кг;

W_s – часовая производительность, т/ч;

$T_{\text{тр.л}}, T_{\text{пр.л}}$ – нормативная годовая загрузка, соответственно трактора и прицепа.

2.6.6 Энергоемкость процесса транспортировки

Энергоемкость процесса определяется по формуле 2.32

$$A_s = \frac{Ne}{W_s}, \quad (2.32)$$

где A_s – энергоемкость процесса, кВт-ч/т;

Ne – эффективная мощность двигателя трактора, кВт;

W_s – часовая производительность, т/ч.

3 РАСЧЕТ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АГРЕГАТА И РАБОЧЕГО УЧАСТКА

Подготовка рабочего участка к работе предусматривает определение ряда кинематических параметров агрегата и рабочего участка: длины выезда и радиус поворота агрегата, ширины поворотной полосы и ширины загона, коэффициента рабочих ходов

Студент, в соответствии с заданным составом агрегата, расчет которого выполнен в предыдущем разделе, должен определить все параметры в зависимости от длины рабочего участка $L_{ра}$ для петлевого и беспетлевого способов движения.

Длину рабочего участка рекомендуется принять равной 500, 1000 и 1500 м

Результаты расчетов представить в виде таблицы 3.1, в которой приведен пример ее заполнения, построить график зависимости коэффициента рабочих ходов φ от длины рабочего участка для двух способов движения агрегата и выбрать рациональный способ движения.

Порядок расчета параметров непахотного и пахотного агрегатов приведен в подразделах 3.1 и 3.2.

3.1 Расчет кинематических параметров агрегата и рабочего участка для непахотных агрегатов

3.1.1 Определение длины e выезда агрегата

Длина выезда агрегата характеризует расстояние, на которое необходимо отвести центр агрегата от контрольной линии для выведения рабочих органов машины на линию начала или конца работы.

Длина выезда агрегата обуславливается кинематической длиной агрегата l_a , которая определяется по выражению 2.9.

Для случая, когда во время поворота агрегата рабочие органы машины не переводятся в транспортное положение (например, при дисковом лушении, бороновании, прикатывании и др.), значение длины выезда агрегата определяется по выражению

$$e = 0,5 l_a \quad (3.1)$$

Во всех остальных случаях, когда рабочие органы машины на контрольной линии переводятся в транспортное положение

$$e = l_a \quad (3.2)$$

Результаты расчета по определению длины выезда агрегата занести в таблицу 3.1

Таблица 3.1 - Результаты расчета кинематических параметров агрегата и рабочего участка (пример заполнения – трактор Т-70С с СКПП-12)

Способ движения	Длина участка L_n , м	ϵ_n	R_{0n} , м	E_n , м	L_p , м	C_n , м	I_n , м	φ
Челноком (петлевой)	500	9,5	13,4	50,4	399,2	-	99,4	0,82
	1000	9,5	13,4	50,4	899,2	-	99,4	0,90
	1500	9,5	13,4	50,4	1399,2	-	99,4	0,94
Перекрытием (беспетлевой)	500	9,5	13,4	33,6	432,8	134,4	106,2	0,81
	1000	9,5	13,4	33,6	932,8	-	106,2	0,90
	1500	9,5	13,4	33,6	1432,8	-	106,2	0,93

3.1.2 Определение радиуса поворота агрегата – R_0

Величина радиуса R_0 поворота может быть выражена через конструктивную ширину захвата агрегата B_0 (таблица А8).

Результаты по определению радиуса поворота R_0 занести в таблицу 3.1

3.1.3 Определение ширины поворотной полосы E

Ширина поворотной полосы зависит от вида выполняемых поворотов

При *петлевых поворотах*, выполняемых при способах движения агрегата челноком, всвал, вразвал, с чередованием всвал и вразвал и других, минимальная ширина поворотной полосы E_{min} определяется по выражению 3.3:

$$E_{min} = 3R_0 + \epsilon. \quad (3.3)$$

где E_{min} – минимальная ширина поворотной полосы при способе движения с петлевыми поворотами, м.

При *беспетлевых поворотах*, выполняемых при способах движения перекрытием, двухзагонном и др., ширина поворотной полосы E_{min} определяется по выражению 3.4

$$E_{min} = 1,5R_0 + \epsilon. \quad (3.4)$$

где E_{min} – минимальная ширина поворотной полосы при способе движения с беспетлевыми поворотами, м.

Действительная ширина поворотной полосы E выбирается такой, чтобы ее значение было не менее E_{\min} и кратной рабочей ширине захвата, так как поворотные полосы должны быть обработаны до или после обработки основной части рабочего участка. Поэтому, полученное по формуле 3.3 или 3.4 значение E_{\min} должно быть приведено в соответствие с рабочей шириной захвата агрегата B_p . Для этого, полученное значение E_{\min} необходимо разделить на B_p , чтобы определить число проходов n_n , необходимое для обработки поворотной полосы и результат округлить до целого числа в сторону увеличения. Тогда уточненная ширина поворотной полосы будет равна

$$E = n_n B_p, \quad (3.5)$$

где E – уточненная ширина поворотной полосы, м;

n_n – число проходов, необходимое для обработки поворотной полосы (целое число);

B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м.

$$B_p = B_k \beta, \quad (3.6)$$

где B_k – конструктивная ширина захвата агрегата, м;

β – коэффициент использования конструктивной ширины захвата (таблица А9).

Результаты расчетов по определению ширины поворотной полосы по формуле 3.5 для петлевого и беспетлевого способов движения записать в таблицу 3.1.

3.1.3 Определение рабочей длины L_p гона

Рабочую длину гона можно определить если из длины участка вычесть две ширины поворотной полосы

$$L_p = L_s - 2E, \quad (3.7)$$

где L_p – рабочая длина гона, м;

L_s – длина участка, м.

Результаты по определению L_p для петлевого и беспетлевого способов движения с учетом L_s записать в таблицу 3.1.

3.1.3 Определения ширины загона C

В большинстве случаев рабочий участок разбивается на загоны. Для установления количества загонов на рабочем участке необходимо определить ширину загона. При движении агрегата способами всвал, вразвал, с чередованием всвал и вразвал, с расширением прокоса и перекрытием,

величина холостого пути, проходимого агрегатом на загоне, существенно зависит от ширины загона C . Для определения ширины загона C сначала рассчитывается значение оптимальной ширины загона $C_{\text{опт}}$.

Оптимальная ширина загона для способов движения перекрытием определяется по выражению

$$C_{\text{опт}} = 10R_0. \quad (3.8)$$

Формулы для расчета $C_{\text{опт}}$ для других способов движения агрегатов приведены в таблице А10.

Действительное значение ширины загона C должно быть близким к $C_{\text{опт}}$ и кратным двойной ширине захвата агрегата $2B_0$.

Полученное при расчете значение $C_{\text{опт}}$ нужно разделить на значение удвоенной рабочей ширины захвата $2B_0$ агрегата и полученный результат округлить до целого числа. Тогда

$$C = K \cdot 2B_0, \quad (3.9)$$

где C – уточненная ширина загона, м;

K – коэффициенты кратности – целое число (число двойных проходов агрегата, необходимых для обработки загона).

Результаты по определению ширины загона C записать в таблицу 3.1.

При способе движения челноком величина холостого пути, проходимого агрегатом, не зависит от ширины загона. Поэтому, для этого способа движения ширина загона устанавливается, исходя из производительности агрегата (после определения его сменной производительности) и числа дней выполнения заданной работы в соответствии с агротребованиями.

3.1.6 Определение средней длины l_x холостого хода агрегата

Для способа движения челноком

$$l_x = 6R_0 + 2e. \quad (3.10)$$

Для способа движения перекрытием

$$l_x = 0,5C + 1,5R_0 + 2e, \quad (3.11)$$

где l_x – средняя длина холостого хода агрегата, м.

Результаты расчетов по определению l_x для принятых способов движения агрегата записать в таблицу 3.1.

Формулы для расчета l_x для других способов движения агрегатов приведены в таблице А13.

3.1.7 Определение значений коэффициента рабочих ходов φ для принятых способов движения агрегата

$$\varphi = \frac{L_2}{L_2 + L_1} \quad (3.12)$$

где φ – коэффициент рабочих ходов

Используя данные таблицы 3.1, определить значения коэффициента рабочих ходов и построить график зависимости φ от длины рабочего участка при заданных способах движения.

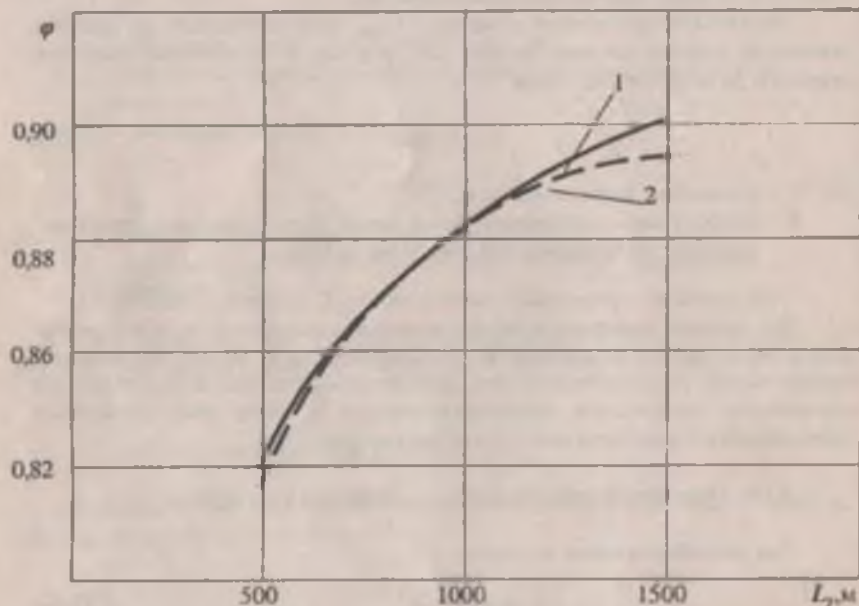


Рисунок 3.1 Зависимость коэффициента рабочих ходов φ от длины L_2 участка: — — движение челноком (1); - - - движение перекрытием (2).

Проанализировать график и по величине коэффициента рабочих ходов выбрать рациональный способ движения агрегата, учитывая затраты времени и средств на подготовку рабочего участка, а также особенности конструкции и использования машин.

Результаты расчета кинематических параметров агрегата и рабочего участка проверить в компьютерном классе (см. Приложение Б5).

3.2. Расчет кинематических параметров агрегата и рабочего участка для пахотных агрегатов

3.2.1 Определение длины e выезда агрегата

Для пахотного агрегата длина выезда определяется по выражению

$$e = l_n \quad (3.13)$$

Результаты по определению длины выезда агрегата записать в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 - Результаты расчета кинематических параметров пахотного агрегата и рабочего участка (пример заполнения - трактор К-701 с ПТК-9-35)

Способ движения	Длина участка L_n , м	e_n	R_n , м	E , м	L_p , м	C , м	l_n , м	ϕ
С чередованием всвал и вразвал (петлевой)	500	6,8	9,45	45,0	410,0	63,0	73,45	0,86
	1000	6,8	9,45	45,0	910,0	88,2	85,05	0,91
	1500	6,8	9,45	45,0	1410,0	107	95,45	0,938
Двухзагонный (беспетлевой)	500	6,8	9,45	27,8	444,4	56,7	61,05	0,88
	1000	6,8	9,45	27,8	944,4	81,9	73,6	0,92
	1500	6,8	9,45	27,8	1444,4	100,8	93,1	0,94

3.2.2 Определение радиуса поворота агрегата - R_0

Величина радиуса поворота пахотного агрегата выражается через конструктивную ширину его захвата B_n (таблица А8) и при работе с навесным или полунавесным плугом $R_0 = 3B_n$, а при работе с прицепным $R_0 = 4,5B_n$.

Результаты по определению радиуса поворота записать в таблицу 3.2.

3.2.3 Определение ширины поворотной полосы

Ширина поворотной полосы при работе пахотного агрегата зависит от вида выполняемых поворотов и ее минимальное значение для петлевого способа движения $E_{min\tau}$ определяется по выражению 3.3, а для беспетлевого $E_{min\sigma}$ - по выражению 3.4

Полученные значения $E_{min\tau}$ и $E_{min\sigma}$ должны быть приведены в соответствие с рабочей шириной захвата пахотного агрегата, используя выражения 3.5 и 3.6

Результаты расчетов ширины поворотной полосы по формуле 3.5 для петлевого и беспетлевого способов движения пахотного агрегата записать в таблицу 3.2.

3.2.4 Определение рабочей длины гона L_p

Рабочую длину гона для петлевого и беспетлевого способов движения пахотного агрегата определить по выражению 3.7 и результаты вычислений записать в таблицу 3.2

3.2.5 Определение ширины загона C

Рабочий участок при работе пахотного агрегата разбивается на загоны.

Для определения ширины загона C при пахоте вначале рассчитывается его оптимальное значение C_{opt} по формулам 3.14 и 3.15.

$$C_{opt} = \sqrt{2B_p L_p + 16R_0^2}; \quad (3.14)$$

$$C_{opt} = \sqrt{2B_p L_p + 16R_0^2}. \quad (3.15)$$

где C_{opt} – оптимальная ширина загона при движении «всвал-вразвал», м;

C_{opt} – оптимальная ширина загона при двухзагонном способе движения, м;

Для других способов движения значения C_{opt} приведены в таблице А10.

Полученные значения C_{opt} для различных длин гона и двух способов движения необходимо привести в соответствии с рабочей шириной захвата агрегата и определить действительную ширину загонов по выражению 3.9.

Результаты вычислений записать в таблицу 3.2.

3.2.6 Определение средней длины холостого хода пахотного агрегата

Для способа движения агрегата с чередованием загонов всвал и вразвал (таблица А13)

$$l_x = 0,5C + 3R_0 + 2e. \quad (3.16)$$

Для двухзагонного способа движения

$$l_x = 0,5C + 2R_0 + 2e. \quad (3.17)$$

где l_x – средняя длина холостого хода агрегата, м.

Результаты расчетов по определению записать в таблицу 3.2.

3.2.7 Определение значений коэффициента рабочих ходов φ для принятых способов движения пахотного агрегата

Для принятых способов движения определить φ по формуле 3.12 и результаты вычислений записать в таблицу 3.2.

По данным таблицы 3.2 построить график зависимости коэффициента рабочих ходов от длины рабочего участка для способов движения пахотного агрегата с чередованием асвал и вразвал и для двухзагонного, аналогично рисунку 3.1.

Проанализировать график, выбрать рациональный способ движения пахотного агрегата.

Результаты расчета кинематических параметров агрегата и рабочего участка проверить в компьютерном классе (Приложение Б6).

4 РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ АГРЕГАТА

Оценка эффективности работы машинно-тракторного агрегата на загоне (рабочем участке) может быть выполнена по следующим показателям: производительность за час работы W и за смену $W_{см}$, расход топлива $q_{м}$ и затраты рабочего времени H_0 на единицу выполненной работы.

Поэтому, необходимо определить перечисленные выше показатели работы агрегата и рассмотреть их изменение в зависимости от длины рабочего участка.

Часовую производительность агрегата можно определить по формуле:

$$W = 0,1 B_p \cdot \sigma_p \cdot \tau, \quad (4.1)$$

где W – часовая производительность агрегата, га/ч;

τ – коэффициент использования времени смены.

Коэффициент использования времени смены можно определить через баланс времени смены и цикловые составляющие баланса.

Во время работы агрегат циклично повторяет рабочие и холостые ходы. За один цикл агрегат совершает два рабочих прохода (туда и обратно), два поворота, а также осуществляет технологические остановки для загрузки материалом или очистки и регулировки рабочих органов машин.

Баланс времени смены может быть представлен в следующем виде

$$T_{см}^0 = T_p + T_x + T_{техн} + T_{это} + T_{физ}, \quad (4.2)$$

где $T_{см}^0$ – действительное время смены, ч;

T_p – время рабочего движения агрегата, ч;

T_x – время холостого движения агрегата, ч;

$T_{техн}$ – время, затраченное на технологическое обслуживание агрегата, ч;

$T_{это}$ – время ежесменного технического обслуживания агрегата, ч (таблица А14);

$T_{физ}$ – затраты времени на физиологические и бытовые потребности механизатора, ч ($T_{физ} = 0,20-0,40$ ч).

4.1 Расчет технико-экономических показателей работы агрегата с технологической емкостью

4.1.1 Определение цикловых составляющих времени смены

Время цикла агрегата с технологической емкостью

$$t_{\text{ц}} = t_{p\text{н}} + t_{\text{ц}} + t_{\text{техн.н.}} \quad (4.3)$$

где $t_{\text{ц}}$ – время цикла, ч;

$t_{p\text{н}}, t_{\text{ц}}, t_{\text{техн.н.}}$ – соответственно, время рабочего, холостого движения агрегата и технологического обслуживания за один цикл, ч

Цикловые составляющие времени смены определяются по формулам 4.4, 4.5 и 4.6 для трех длин гона:

$$t_{\text{п}} = \frac{2L_p}{1000v_p}; \quad (4.4)$$

$$t_{\text{х}} = \frac{2 \cdot l_x}{1000v_x}; \quad (4.5)$$

$$t_{\text{ост}} = t_{\text{ос}} \frac{2}{n_p} \quad (4.6)$$

где L_p – рабочая длина гона, м;

l_x – длина холостого хода агрегата, м;

v_p – рабочая скорость движения агрегата, км/ч;

v_x – скорость холостого хода агрегата при поворотах, км/ч;

$t_{\text{ос}}$ – продолжительность остановки агрегата для загрузки технологической емкости машины, ч;

n_p – целое число рабочих проходов агрегата до расхода материала из технологической емкости.

При расчете L_p и l_x принимаются из кинематических параметров агрегата (таблица 3.1), а v_p из расчета состава агрегата (таблица 2.4 или 2.6). Скорость холостого хода при работе агрегата с одной прицепной машинной принять и $v_x = 5$ км/ч; с двумя и более – 4 км/ч; с шассейными и полунавесными машинами – 6 км/ч.

Продолжительность остановки агрегата для загрузки $t_{\text{ос}}$ принять по данным таблицы А16.

Количество рабочих проходов n_p до расхода материала из технологической емкости определяется по формуле 4.7

$$n_p = \frac{10^4 V \lambda \rho}{H B_p L_p} \quad (4.7)$$

где n_p – число рабочих проходов;

V – вместимость технологической емкости, м³ (таблица А11);

λ – коэффициент использования вместимости технологической емкости ($\lambda = 0.90-0.95$);

ρ – плотность материала или продукта, кг/м³ (таблица А12);

H – норма расхода материала или урожайность, кг/га;

B_p – рабочая ширина захвата агрегата

Полученное число проходов n_p необходимо округлить до целого в сторону уменьшения. Если число проходов n_p получилось четным, то места

технологических загрузок или разгрузок будут на одной стороне загона, что более удобно для организации работы средств технологического обслуживания; если нечетным, то на обоих концах загона.

Результаты расчетов по определению цикловых составляющих записать в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 - Промежуточные расчеты по определению составляющих времени смены (трактор Т-70С с СКПП-12)

L, м	$t_p, м$	$t_r, м$	$t_{дв}, м$	$t_{об}, ч$	n_c	$t_{смен}, ч$	n_n	$T_p, ч$	$T_r, ч$	$T_{дв}, ч$	$T_{обс}, ч$	$T_{сч}, ч$	τ
500	449,6	99,4	0,15	0,04	6,3	0,003	3,3	4,95	1,32	0,099	7,0	0,70	
1000	949,6	99,4	0,32	0,04	30	0,007	17	5,44	0,62	0,119	6,84	0,79	
1500	1949,6	99,4	0,48	0,04	19	0,011	12	5,76	0,48	0,132	6,97	0,82	

4.1.2 Определение количества циклов за смену

$$n_c = \frac{T_{сч} - T_{дтв} - T_{обс}}{t_p + t_r + t_{сч}}, \quad (4.8)$$

где n_c – количество циклов за смену;

$T_{сч}$ – продолжительность смены, ч ($T_{сч} = 7$ ч).

Значение $T_{дтв}$ и $T_{обс}$ приведены в расшифровке формулы 4.2.

Полученные дробные значения числа циклов для агрегатов с технологической емкостью необходимо округлить до целого числа.

Результаты расчета количества циклов записать в таблицу 4.1.

4.1.3 Определение составляющих баланса времени смены

Составляющие баланса времени смены

$$T_p = t_p n_c \quad (4.9)$$

$$T_r = t_r n_c \quad (4.10)$$

Время, затраченное на технологическое обслуживание агрегата, для агрегатов с технологической емкостью (бункер, семенной ящик и т.п.)

$$T_{обс} = t_{обс} n_c \quad (4.11)$$

Результаты расчета T_p , T_r и $T_{обс}$ записать в таблицу 4.1

4.1.4 Определение действительного времени смены

Действительное время смены $T_{сч}^д$ определить по формуле 4.2 и результаты расчета для заданных длин рабочего участка записать в таблицу 4.1

4.1.5 Определение коэффициента использования времени смены

$$\tau = \frac{T_r}{T_{см}} \quad (4.12)$$

Коэффициент использования времени смены определить для трех заданных длин участка и записать в таблицу 4.1.

4.1.6 Определение часовой W и сменной $W_{см}$ производительности агрегата

Часовую производительность агрегата определить по формуле 4.1, используя данные таблицы 4.1.

Сменную производительность агрегата определить по формуле 4.13

$$W_{см} = W T_{см} \quad (4.13)$$

где $W_{см}$ – сменная производительность агрегата, га/см;

$T_{см}$ – продолжительность смены, ч ($T_{см} = 7$ ч).

4.1.7 Определение расхода топлива q_m

Расход топлива на единицу работы определить по формуле

$$q_m = \frac{G_p \cdot T_p + G_o \cdot T_o + G_s \cdot T_s}{W_{см}} \quad (4.14)$$

где q_m – расход топлива на единицу работы, кг/га;

G_p, G_o, G_s – соответственно значения среднего часового расхода топлива при рабочем ходе, при холостых поворотах и во время остановок агрегата с работающим двигателем трактора, кг/ч (таблица А17).

Величина G_p принимается из расчета состава агрегата (таблицы 2.4 или 2.6 с учетом вида заданного агрегата).

T_p, T_o, T_s – соответственно время рабочих ходов агрегата, время, затраченное на холостое движение, и время остановок агрегата с работающим двигателем, ч

$$T_s = 0,5 T_{кто} + T_{фнт} + T_{амин} \quad (4.15)$$

4.1.8 Определение затрат рабочего времени на единицу выполненной работы

$$H_s = \frac{m_o + m_p}{W} \quad (4.16)$$

где H_0 – затраты рабочего времени, чел.-ч/га;
 m_n – число механизаторов, обслуживающих агрегат;
 m_0 – число вспомогательных рабочих;
 W – часовая производительность агрегата, га/ч.

Результаты расчетов по пунктам 4.16, 4.17 и 4.18 представить в виде таблицы 4.2.

Таблица 4.2 - Техничко-экономические показатели работы агрегата

Длина участка, $L_{\text{пр}}$, м	W , га/ч	$W_{\text{см}}$, га/см	$q_{\text{см}}$, кг/га	H_0 , чел.-ч/га
500	3,5	24,7	2,34	0,28
1000	4,0	27,9	2,09	0,25
1500	4,13	28,9	2,08	0,24

По данным таблицы 4.2 построить график зависимости W , $q_{\text{см}}$ и H_0 от длины участка.

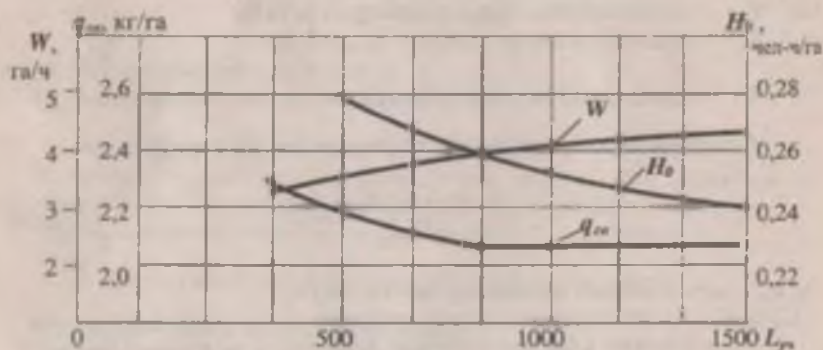


Рисунок 4.1 Зависимость технико-экономических показателей работы агрегата от длины поля.

Студенту необходимо проанализировать график и объяснить причину изменения показателей работы агрегата.

Результаты расчета технико-экономических показателей работы агрегата проверить в компьютерном классе (см. Приложение Б7)

4.2 Расчет технико-экономических показателей работы агрегатов без технологической емкости

4.2.1 Определение цикловых составляющих времени смены.

Время цикла агрегата без технологической емкости

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{р}} + t_{\text{ох}} \quad (4.17)$$

где $t_{\text{ц}}$ – время цикла, ч;

$t_{\text{р}}, t_{\text{ох}}$ – соответственно, время рабочего и холостого движения агрегата за один цикл, ч;

Цикловые составляющие $t_{\text{р}}$ и $t_{\text{ох}}$ определить по формулам 4.4 и 4.5.

При расчете $L_{\text{р}}$ и $L_{\text{ох}}$ принимаются из кинематических параметров агрегата (таблица 3.1 или 3.2), а $v_{\text{р}}$ – из расчета состава агрегата (таблицы 2.4, 2.6 или 2.8).

Значения $v_{\text{р}}$ принимаются в соответствии с рекомендацией в п. 4.1.1.

Результаты расчетов по определению цикловых составляющих записать в таблицу 4.3.

Таблица 4.3 - Промежуточные расчеты по определению составляющих времени смены (трактор К-701 с ПТК-9-35)

$L, \text{ м}$	$L_{\text{р}}, \text{ м}$	$L_{\text{ох}}, \text{ м}$	$t_{\text{р}}, \text{ ч}$	$t_{\text{ох}}, \text{ ч}$	$n_{\text{ц}}$	$T_{\text{р}}, \text{ ч}$	$T_{\text{ох}}, \text{ ч}$	$T_{\text{техн}}, \text{ ч}$	$T_{\text{см}}, \text{ ч}$	τ
500	455	73,45	0,11	0,029	44	4,84	1,22	0,3	7,0	0,59
1000	955	86,05	0,24	0,034	22	5,28	0,75	0,3	6,96	0,76
1500	1455	95,45	0,36	0,038	15	5,4	0,57	0,3	6,9	0,78

4.2.2 Определить число циклов за смену

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{см}} - T_{\text{техн}} - T_{\text{физ}} - T_{\text{быт}}}{t_{\text{р}} + t_{\text{ох}}}, \quad (4.18)$$

где $n_{\text{ц}}$ – число циклов за смену;

$T_{\text{см}}$ – продолжительность смены, ч; $T_{\text{см}} = 7$ ч;

$T_{\text{техн}}$ – время сменного технического обслуживания, ч (таблица А14);

$T_{\text{физ}}$ – затраты времени на физиологические и бытовые потребности механизатора, ч; $T_{\text{физ}} = 0,25-0,40$ ч;

$T_{\text{техн}}$ – время, затраченное на технологическое обслуживание агрегата, ч.

$$T_{\text{техн}} = f_{\text{техн}}^{\text{I}} \cdot T_{\text{см}} \quad (4.19)$$

где $T_{\text{техн}}$ – время технологического обслуживания агрегата, ч;

$f_{\text{техн}}^{\text{I}}$ – продолжительность остановки для технологического обслуживания агрегата на каждый час сменного времени, ч (таблица А15).

Полученные значения числа циклов округлить до целого числа по правилам округления и записать в таблицу 4.3.

4.2.3 Составляющие баланса времени смены $T_{\text{р}}$ и $T_{\text{ох}}$ определить по формулам 4.9 и 4.10.

4.2.4 Действительное время смены $T_{см}^d$ определить по формуле 4.2.

4.2.5 Коэффициент использования времени смены τ определить по формуле 4.12.

4.2.6 Значения часовой производительности агрегата W и сменной $W_{см}$ определить по формулам 4.1 и 4.13.

4.2.7 Расход топлива на единицу работы $q_{лн}$ определить по формуле 4.14.

Величина G_p принимается из расчета состава агрегата (таблица 2.4, 2.6 и 2.8 с учетом заданного агрегата).

4.2.8 Затраты рабочего времени на единицу выполненной работы определить по формуле 4.16.

Результаты расчетов по пунктам 4.2.6, 4.2.7 и 4.2.8 представить в виде таблицы 4.4.

Таблица 4.4 - Техничко-экономические показатели работы агрегата

Длина участка L , м	W , г/ч	$W_{см}$, г/см	$q_{лн}$, кг/га	H_0 , чел.-ч/га
500	1,74	12,2	20,0	0,57
1000	1,91	13,4	18,9	0,52
1500	1,96	13,8	18,5	0,51

По данным таблицы 4.4 построить график зависимости W , $q_{лн}$ и H_0 от длины участка, аналогичного графику, приведенному на рисунке 4.1.

Проанализировать график и объяснить причину изменения показателей работы агрегата.

Результаты расчета технико-экономических показателей работы агрегата проверить в компьютерном классе (см. Приложение Б8).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нормативно-справочные материалы по курсу «Эксплуатация машинно-тракторного парка». Маслов Г.Г., Кочкин Е.А., Якимов Ю.И., Ткаченко В.Т.) - Краснодар, 1994.

2. Определение составляющих тягового баланса трактора. Расчет состава машинно-тракторного агрегата (Методические указания). Кочкин Е.А., Якимов Ю.И., Юдина Е.М. Краснодар, 2006.

3. Методические указания к практическим занятиям по эксплуатации МТП для студентов IV курса факультета механизации.

4. Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ №№ 200412360-200412366, 2005610523. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ, 2004.

Таблица А1 - Вес G трактора, номинальная мощность N_{em} , номинальная частота вращения n_n коленчатого вала двигателя, радиус r_n ведущего колеса (звездочки), коэффициент полезного действия трансмиссии η_{tr} , коэффициент $\eta_{\text{исп}}$ использования силы тяги трактора

Марка трактора	G , кН	N_{em} , кВт	n_n , с	r_n , м	$\eta_{\text{исп}}$	
					на вспашке	на остальных работах
T-25A	17,6	18,4	30,0	0,57	0,90	0,92
T-40M	23,8	36,8	30,0	0,68	0,90	0,92
ЮМЗ-6Л	29,5	44,2	29,2	0,71	0,91	0,93
МТЗ-80	31,5	55,2	36,7	0,71	0,91	0,93
МТЗ-82	33,5	55,2	36,7	0,71	0,91	0,93
T-150K	75,3	121,4	35,0	0,60	0,89	0,91
K-701	125,0	198,7	31,7	0,72	0,91	0,93
T-70C	42,5	51,5	35,0	0,33	0,92	0,94
ДТ-75М	61,1	66,2	29,2	0,36	0,91	0,93
T-150	69,8	110,4	33,3	0,38	0,90	0,92
T-4A	79,6	95,7	28,3	0,38	0,90	0,92

Коэффициент полезного действия трансмиссии η_{tr} колесные тракторы - 0,91-0,92; гусеничные тракторы - 0,86-0,88

Таблица А2 - Общее передаточное число i_n , расчетная теоретическая скорость v_n движения трактора, номинальная P_n^* сила тяги трактора

Марка трактора	Передачи	i_n	v_n , км/ч	P_n^*	
				стерня	под посев
T-150	2	32,1	8,91	33,2	31,1
	3	29,7	9,63	30,3	28,2
	4	27,0	10,59	27,0	24,9
	5	25,1	11,39	24,7	22,6
	6	22,2	12,88	21,2	19,1
ДТ-75М	2	39,8	5,95	29,5	27,4
	3	35,8	6,61	26,0	24,0
	4	32,2	7,35	22,8	20,8
	5	29,0	8,16	20,0	18,0
	6	26,0	9,11	17,4	15,4
T-4A	7	21,0	11,27	13,0	11,0
	8	25,0	9,72	24,3	21,9
T-4A	2	59,2	4,11	50,1	43,6
	3	51,1	4,76	50,1	43,6
	4	45,9	5,29	50,0	43,6
	5	37,6	6,46	39,8	37,4
	6	32,2	7,55	33,2	30,8
	7	27,9	8,71	27,9	25,5
8	25,0	9,72	24,3	21,9	

Продолжение таблицы А2

Марка трактора	Передачи	i_m	v_m , км/ч	$P_{\text{ш}}$	
				стерня	под посев
Т-70С	2	90,5	2,88	26,4	22,9
	3	56,4	4,63	26,4	22,9
	4	45,8	5,70	24,9	22,9
	5	38,7	6,74	20,5	19,2
	6	33,1	7,89	17,0	15,7
	7	25,9	9,70	13,2	11,9
	8	22,7	11,50	10,6	9,3
К-701	2П1Р	145,4	3,55	47,2	42,6
	3П1Р	121,3	4,25	47,2	42,6
	1П2Р	71,7	7,19	47,2	42,6
	1П3Р	64,7	7,97	47,2	42,6
	2П2Р	59,6	8,65	47,2	42,6
	2П3Р	53,7	9,61	47,2	42,6
	3П2Р	49,5	10,42	47,2	42,6
	3П3Р	44,5	11,59	47,2	42,6
Т-150К	1	59,4	8,93	44,4	31,63
	2	50,3	10,3	36,8	28,52
	3	44,3	11,44	31,78	23,5
	4	37,9	13,38	26,43	18,15
МТЗ-80	2	142,0	4,15	12,1	10,2
	3	83,5	7,05	12,1	10,2
	4	68,0	8,66	12,1	10,2
	5	57,4	10,26	12,1	10,2
	6	49,0	12,02	12,1	9,4
	7	39,9	14,76	10,1	6,6
	МТЗ-82	2	142,0	4,15	15,3
3		83,5	7,05	15,3	13,2
4		68,0	8,66	15,3	13,2
5		57,4	10,96	15,3	11,7
6		49,0	12,02	12,7	9,1
7		39,9	14,76	9,9	6,3
ЮМЗ-6М		4Р	90,3	5,19	12,3
	5Р	69,8	6,71	12,3	9,1
	1	62,0	7,56	12,3	9,1
	2	52,3	8,96	12,3	9,1
	3	42,7	10,97	10,9	7,2
Т-40М	2	68,7	6,71	10,5	9,2
	3	57,6	8,00	10,5	9,2
	4	49,0	8,41	10,5	8,6
	5	41,8	11,03	9,3	6,7

Продолжение таблицы А2

Марка трактора	Передачи	i_m	v_r , км/ч	$P_{\text{н}}$	
				стерня	под косов
Т-25А	2	50,3	7,68	6,6	4,7
	3	43,4	8,90	5,5	3,6
	4	34,2	11,30	4,1	2,2
	5	27,3	14,31	3,0	1,1

Таблица А3 - Рабочая скорость v_r , ширина захвата a и кинематическая длина l_k сельскохозяйственных машин

Назначение	Марка	v_r , км/ч	a , м	l_k
Плуг	ПТК-9-35	6-10	2,45-3,15	10,2
	ПЛН-9-40	6-10	3,20	6,7
	ПШ-6-35	5-12	1,75-2,10	6,1
	ПШ-6-40	9-12	1,80-2,40	7,1
	ПЛН-5-35	6-12	1,40-1,75	4,3
	ПЛН-4-35	6-9	1,40	3,4
	ПНЯ-4-42	7-9	1,73	3,7
	ПЯ-3-35	6-9	1,05	3,5
	ПН-4-40	8-12	1,20-1,60	3,7
	ПЧ-2,5	5-8	2,5	1,6
	ПЧ-4,5	5-8	4,5	2,0
	ПЛН-3-35	7-12	1,05	2,6
	ПЧС-4-35	5-6	1,40	3,3
Плоскорез	ПН-4-40	8-12	1,20-1,60	3,7
	ПГ-3-5	6-10	2,3	1,5
	ПГ-3-100	6-10	3,2	1,5
Лушитель	КПГ-250А	6-10	2,4	1,6
	ЛДГ-15А	8-12	15,0	10,4
	ЛДГ-10А	8-12	10,0	7,4
	ЛДГ-5А	8-12	5,0	4,5
	ЛШЛ-10-25	6-9	2,5	6,4
Борона дисковая	БДЛ-5-25	6-10	1,25	2,9
	БД-10А	8-12	10,0	4,2
	БДТ-10	8-12	10,0	7,8
	БДТ-7А	8-12	7,0	4,4
Борона	БДТМ-3	6-10	3,0	3,3
	БЯС-1	до 12	1,0	1,4
	БЯС-1	до 12	1,0	1,4
	ЗБП-0,6А	до 7	1,8	2,0
	З-ОР-0,7	до 8	2,2	1,1
	БП-8	7-12	8,4	2,2
Борона	ШБ-2,5	до 7	2,5	2,1

Продолжение таблицы А3

Наименование	Марка	v_n , км/ч	d , м	l_n
Каток	ЗККШ-6А	9-13	6,1	7,8
	ЗКВГ-1,4	7-12	4,0	7,5
	СКГ-2,0	до 9	5,4	3,3
Культиватор	КШУ-12	6-12	10,1	6,3
	КПС-4А	6-12	4,0	2,6
	УСМК-5,4В	6-9	5,4	2,7
	УСМП-5,4	5-8	5,4	1,4
	КРН-5,6А	до 10	5,6	2,1
	КРН-4,2А	до 10	4,2	1,6
	КРН-8,4	до 9	8,4	2,1
	КРШ-8,1	5-8	8,1	2,0
	КОН-2,8	5-8	2,8	2,0
	КОН-4,2	6-9	4,2	3,4
	Сцепки	СЗ-3,6А	до 12	3,6
СЗП-3,6		до 12	3,6	3,9
СЗТ-3,6		до 12	3,6	3,6
СРН-3,6		до 12	3,6	2,5
СЗП-8		до 12	7,8	7,4
СЗП-12		до 12	11,7	9,5
СЗП-16		до 12	15,6	8,9
СКПП-12		до 12	8,4	7,6
СУПН-8А		до 10	5,6	2,0
ССТ-18Б		4-8	8,1	2,7
ССТ-12В		до 7	5,4	2,0

Таблица А4 - Справочные данные по сцепкам

Показатель	Марка сцепки			
	СП-16	СП-11	СТ-21	С-11У
Фронт сцепки	13,5	7,2	21,0	11,0
Кинематическая длина, м	6,4	6,7	8,0	6,8
Вес сцепки, кН	17,6	9,1	18,0	7,0
Тяговое сопротивление, кН:				
культивируемое поле	1,9-2,3	1,0-1,2	3,9-4,3	1,5-1,7
вспаханное поле	3,2-4,4	1,6-2,3	4,5-5,0	1,8-2,0

Таблица А5 - Значения коэффициентов сопротивления качению сельскохозяйственных машин f_n и сцепок f_{cn}

Условие движения	Значение
Залезь	0,05-0,07
Стерня	0,07-0,09
Культивируемое поле	0,11-0,13
Свежеспаванное поле	0,18-0,25

Таблица А6 - Кинематическая длина l_1 , колея a_1 и ширина звена a_2 гусеничной цепи трактора

Марка трактора	l_1 , м, вариант навески		a_1 , м	a_2 , м
	навесной	прицепной		
Т-25А	1,0	1,0	1,20-1,47	-
Т-40М	1,3	1,3	1,20-1,80	-
ЮМЗ-6Л	1,2	1,3	1,26-1,86	-
МТЗ-80	1,2	1,3	1,20-1,80	-
МТЗ-82	1,2	1,3	1,25-1,80	-
Т-150К	2,9	2,4	1,68-1,86	-
К-701	3,4	2,9	2,12	-
Т-70С	1,9	1,9	1,35	0,30
ДТ-75М	2,4	1,6	1,33	0,39
Т-150	2,1	2,6	1,44	0,39
Т-4А	2,5	1,7	1,38	0,42

Таблица А7. Данные для построения тяговых характеристик тракторов

Таблица 7.1 - Данные для построения тяговых характеристик трактора К-701 при работе на стерне

Режим эксплуатации	Показатель	Передача трактора						
		1п3р	2п1р	3п1р	2п2р	2п3р	3п2р	3п3р
$P_{\varphi} = 0$	v_D , км/ч	5,40	8,90	10,00	11,10	12,30	13,20	14,50
	G_D , кг/ч	15,2	18,3	20,0	20,6	21,6	22,3	23,2
$P_{\varphi} = P_{\varphi}^*$	P_{φ}^* , кН	64,7	59,7	56,3	52,4	47,5	42,1	37,7
	v_D , км/ч	4,27	7,29	8,30	9,14	9,98	11,10	12,06
	G_D , кг/ч	37,8	51,2	51,23	50,5	49,6	50,6	51,0
$P_{\varphi} = P_{\varphi}^{max}$	P_{φ}^{max} , кН	75,6	73,0	66,1	62,7	52,9	51,3	44,6
	v_D , км/ч	2,26	4,00	5,60	6,15	8,52	7,46	9,15
	G_D , кг/ч	42,1	45,0	47,5	42,5	47,0	41,5	41,3

При работе на культивированном поле

Режим эксплуатации	Показатель	Передача трактора						
		1п3р	2п1р	3п1р	2п2р	2п3р	3п2р	3п3р
$P_{\varphi} = 0$	v_D , км/ч	5,80	9,70	10,50	11,25	12,60	13,60	15,1
	G_D , кг/ч	18,6	21,0	22,4	24,0	25,2	26,6	27,3
$P_{\varphi} = P_{\varphi}^*$	P_{φ}^* , кН	61,2	57,0	53,9	47,0	42,7	39,5	34,8
	v_D , км/ч	4,45	7,50	8,18	9,52	10,42	11,20	12,60
	G_D , кг/ч	38,0	50,2	49,6	50,0	50,5	50,6	50,6
$P_{\varphi} = P_{\varphi}^{max}$	P_{φ}^{max} , кН	70,2	69,1	63,2	56,4	51,6	51,1	41,6
	v_D , км/ч	3,02	4,60	5,46	6,72	7,73	6,74	9,47
	G_D , кг/ч	40,8	45,5	41,2	40,4	41,0	40,8	41,5

Таблица 7.2 – Данные для построения тяговых характеристик трактора Т-150К при работе на стерне

Режим эксплуатации	Показатель	Передача трактора			
		1	2	3	4
$P_{\text{тр}} = 0$	$v_{\text{ср}}$, км/ч	9,70	11,40	13,85	16,50
	$G_{\text{т}}$, кг/ч	9,75	10,40	11,50	12,10
$P_{\text{тр}} = P_{\text{тр}}^*$	$P_{\text{тр}}^*$, кН	41,60	35,80	31,40	26,90
	$v_{\text{ср}}$, км/ч	7,75	9,30	10,55	11,75
	$G_{\text{т}}$, кг/ч	29,7	29,80	29,30	29,70
$P_{\text{тр}} = P_{\text{тр}}^{\text{max}}$	$P_{\text{тр}}^{\text{max}}$, кН	49,50	40,30	34,10	28,40
	$v_{\text{ср}}$, км/ч	4,70	6,60	8,30	11,00
	$G_{\text{т}}$, кг/ч	27,00	26,80	26,00	28,70

При работе на культивированном поле

Режим эксплуатации	Показатель	Передача трактора			
		1	2	3	4
$P_{\text{тр}} = 0$	$v_{\text{ср}}$, км/ч	9,65	11,35	13,60	16,50
	$G_{\text{т}}$, кг/ч	10,80	10,00	11,90	13,90
$P_{\text{тр}} = P_{\text{тр}}^*$	$P_{\text{тр}}^*$, кН	37,20	30,90	25,50	21,10
	$v_{\text{ср}}$, км/ч	7,00	9,00	11,00	12,90
	$G_{\text{т}}$, кг/ч	30,30	29,90	29,80	29,70
$P_{\text{тр}} = P_{\text{тр}}^{\text{max}}$	$P_{\text{тр}}^{\text{max}}$, кН	43,80	38,00	30,30	24,10
	$v_{\text{ср}}$, км/ч	4,40	6,20	8,30	10,20
	$G_{\text{т}}$, кг/ч	28,60	27,20	27,40	27,40

Таблица 7.3 – Данные для построения тяговых характеристик трактора МТЗ-80 при работе на стерне

Режим эксплуатации	Показатель	Передача трактора				
		4	5	7p	6	8p
$P_{\text{тр}} = 0$	$v_{\text{ср}}$, км/ч	9,50	11,00	12,00	13,00	14,20
	$G_{\text{т}}$, кг/ч	6,0	6,2	6,3	6,4	6,6
$P_{\text{тр}} = P_{\text{тр}}^*$	$P_{\text{тр}}^*$, кН	14,7	13,3	12,2	11,0	9,9
	$v_{\text{ср}}$, км/ч	7,05	8,75	9,60	10,60	11,60
	$G_{\text{т}}$, кг/ч	13,5	14,1	13,9	13,5	13,4
$P_{\text{тр}} = P_{\text{тр}}^{\text{max}}$	$P_{\text{тр}}^{\text{max}}$, кН	16,6	15,8	14,7	13,3	11,9
	$v_{\text{ср}}$, км/ч	4,50	5,00	5,40	7,20	7,70
	$G_{\text{т}}$, кг/ч	13,00	11,2	11,0	11,4	10,7

При работе на культивируемом поле

Режим эксплуатации	Показатель	Передача трактора					
		3	4	5	7p	6	8p
$P_{\text{тр}} = 0$	$v_{\text{д}}$, км/ч	7,75	9,60	11,30	11,8	12,9	13,7
	$G_{\text{д}}$, кг/ч	6,41	6,5	6,7	6,9	7,00	7,1
$P_{\text{тр}} = P_{\text{тр}}^*$	$P_{\text{тр}}^*$, кН	14,3	14,7	12,2	11,3	10,3	8,8
	$v_{\text{д}}$, км/ч	5,70	7,00	9,20	9,90	10,9	11,9
	$G_{\text{д}}$, кг/ч	12,9	14,3	14,9	14,9	14,9	14,9
$P_{\text{тр}} = P_{\text{тр}}^{\text{max}}$	$P_{\text{тр}}^{\text{max}}$, кН	19,4	17,6	15,4	14,9	12,6	11,6
	$v_{\text{д}}$, км/ч	2,00	5,00	5,00	5,00	7,00	6,4
	$G_{\text{д}}$, кг/ч	14,8	12,2	11,7	10,4	11,3	10,6

Таблица 7.4 – Данные для построения тяговых характеристик трактора МТЗ-82 при работе на стерне

Режим эксплуатации	Показатель	Передача трактора				
		3	4	5	6	7
$P_{\text{тр}} = 0$	$v_{\text{д}}$, км/ч	7,7	9,7	11,6	13,7	16,6
	$G_{\text{д}}$, кг/ч	4,8	5,4	5,8	6,2	6,5
$P_{\text{тр}} = P_{\text{тр}}^*$	$P_{\text{тр}}^*$, кН	17,9	15,0	13,0	11,0	9,7
	$v_{\text{д}}$, км/ч	6,2	8,0	9,3	11,2	12,4
	$G_{\text{д}}$, кг/ч	13,6	14,5	14,1	14,1	13,1
$P_{\text{тр}} = P_{\text{тр}}^{\text{max}}$	$P_{\text{тр}}^{\text{max}}$, кН	22,0	19,6	15,3	13,8	11,6
	$v_{\text{д}}$, км/ч	4,2	2,5	6,6	6,4	7,2
	$G_{\text{д}}$, кг/ч	12,2	9,0	10,7	9,7	10,0

При работе на культивируемом поле

Режим эксплуатации	Показатель	Передача трактора				
		3	4	5	6	7
$P_{\text{тр}} = 0$	$v_{\text{д}}$, км/ч	7,8	9,3	11,5	13,3	16,3
	$G_{\text{д}}$, кг/ч	4,9	5,4	5,9	6,3	6,7
$P_{\text{тр}} = P_{\text{тр}}^*$	$P_{\text{тр}}^*$, кН	18,1	15,4	13,7	11,3	9,0
	$v_{\text{д}}$, км/ч	5,6	7,3	8,3	9,6	10,8
	$G_{\text{д}}$, кг/ч	14,8	14,3	13,8	13,5	13,0
$P_{\text{тр}} = P_{\text{тр}}^{\text{max}}$	$P_{\text{тр}}^{\text{max}}$, кН	21,8	18,6	15,8	13,2	10,0
	$v_{\text{д}}$, км/ч	4,0	5,0	6,8	7,3	8,9
	$G_{\text{д}}$, кг/ч	13,4	11,7	11,4	10,8	10,3

Таблица 7.5 – Данные для построения тяговых характеристик трактора ЮМЗ-6ЛУ/6М при работе на стерне

Режим эксплуатации	Показатель	Передача трактора			
		5р	1	2	3
$P_{\varphi} = 0$	v_{φ} , км/ч	7,0	8,0	9,4	11,6
	G_{φ} , кг/ч	3,2	3,3	3,4	3,5
$P_{\varphi} = P_{\varphi}^*$	P_{φ}^* , кН	16,5	16,1	13,9	11,2
	v_{φ} , км/ч	5,6	6,1	7,5	9,2
	G_{φ} , кг/ч	10,1	11,4	11,4	11,6
$P_{\varphi} = P_{\varphi}^{max}$	P_{φ}^{max} , кН	18,7	17,6	16,3	13,7
	v_{φ} , км/ч	3,9	3,7	4,4	6,7
	G_{φ} , кг/ч	10,8	10,6	10,9	10,0

При работе на культивированном поле

Режим эксплуатации	Показатель	Передача трактора			
		5р	1	2	3
$P_{\varphi} = 0$	v_{φ} , км/ч	7,2	8,1	9,5	11,8
	G_{φ} , кг/ч	3,4	3,5	3,7	4,0
$P_{\varphi} = P_{\varphi}^*$	P_{φ}^* , кН	17,3	15,4	12,8	9,9
	v_{φ} , км/ч	5,3	6,2	7,6	9,0
	G_{φ} , кг/ч	11,3	11,2	11,6	11,6
$P_{\varphi} = P_{\varphi}^{max}$	P_{φ}^{max} , кН	19,5	18,7	15,9	11,9
	v_{φ} , км/ч	4,4	3,7	5,3	7,0
	G_{φ} , кг/ч	11,0	11,0	10,3	10,0

Таблица 7.6 – Данные для построения тяговых характеристик трактора Т-150 при работе на стерне

Режим эксплуатации	Показатель	Передача трактора				
		1	2	3	4	5
$P_{\varphi} = 0$	v_{φ} , км/ч	8,5	9,6	10,8	11,8	12,4
	G_{φ} , кг/ч	9,6	10,0	10,8	10,4	12,9
$P_{\varphi} = P_{\varphi}^*$	P_{φ}^* , кН	40,1	35,3	32,2	27,4	26,5
	v_{φ} , км/ч	7,4	8,4	9,1	10,5	11,4
	G_{φ} , кг/ч	26,6	26,0	25,5	25,6	26,0
$P_{\varphi} = P_{\varphi}^{max}$	P_{φ}^{max} , кН	44,7	38,5	34,3	30,6	29,0
	v_{φ} , км/ч	5,9	6,7	8,3	8,3	9,7
	G_{φ} , кг/ч	24,2	23,9	24,6	24,0	24,5

При работе на культивированном поле

Режим эксплуатации	Показатель	Передача трактора			
		1	2	3	4
$P_{\text{эф}} = 0$	$v_{\text{в}}, \text{ км/ч}$	8,1	9,2	10,3	11,4
	$G_{\text{т}}, \text{ кг/ч}$	10,0	10,6	11,6	12,2
$P_{\text{эф}} = P_{\text{эф}}^*$	$P_{\text{эф}}^*, \text{ кН}$	40,2	38,2	34,8	28,4
	$v_{\text{в}}, \text{ км/ч}$	7,2	7,6	8,1	9,4
	$G_{\text{т}}, \text{ кг/ч}$	26,3	26,4	26,7	26,5
$P_{\text{эф}} = P_{\text{эф}}^{\text{max}}$	$P_{\text{эф}}^{\text{max}}, \text{ кН}$	49,6	43,6	38,2	33,6
	$v_{\text{в}}, \text{ км/ч}$	5,2	6,4	6,9	7,4
	$G_{\text{т}}, \text{ кг/ч}$	24,7	24,5	23,4	24,4

Таблица 7.7 – Данные для построения тяговых характеристик трактора Т-4А при работе на стерне

Режим эксплуатации	Показатель	Передача трактора						
		2	3	4	5	6	7	8
$P_{\text{эф}} = 0$	$v_{\text{в}}, \text{ км/ч}$	4,3	4,9	5,5	6,7	7,8	8,9	10,0
	$G_{\text{т}}, \text{ кг/ч}$	8,0	8,3	8,6	8,7	9,1	9,7	10,7
$P_{\text{эф}} = P_{\text{эф}}^*$	$P_{\text{эф}}^*, \text{ кН}$	53,9	56,9	51,0	42,6	36,2	29,4	25,5
	$v_{\text{в}}, \text{ км/ч}$	3,9	4,3	5,1	6,4	7,0	8,4	9,5
	$G_{\text{т}}, \text{ кг/ч}$	20,1	22,1	23,3	22,3	22,4	22,7	23,0
$P_{\text{эф}} = P_{\text{эф}}^{\text{max}}$	$P_{\text{эф}}^{\text{max}}, \text{ кН}$	56,9	57,2	55,1	53,1	45,2	39,0	33,9
	$v_{\text{в}}, \text{ км/ч}$	3,6	4,1	4,0	3,8	4,4	5,1	6,1
	$G_{\text{т}}, \text{ кг/ч}$	20,7	22,2	21,8	16,8	17,4	18,0	18,4

При работе на культивированном поле

Режим эксплуатации	Показатель	Передача трактора					
		3	4	5	6	7	8
$P_{\text{эф}} = 0$	$v_{\text{в}}, \text{ км/ч}$	5,0	5,7	6,7	7,7	9,0	10,0
	$G_{\text{т}}, \text{ кг/ч}$	8,2	8,3	8,3	9,2	9,5	10,5
$P_{\text{эф}} = P_{\text{эф}}^*$	$P_{\text{эф}}^*, \text{ кН}$	50,0	48,5	41,1	32,8	28,1	24,3
	$v_{\text{в}}, \text{ км/ч}$	4,4	4,6	6,0	7,2	8,2	9,3
	$G_{\text{т}}, \text{ кг/ч}$	22,9	22,7	23,0	23,4	23,0	23,0
$P_{\text{эф}} = P_{\text{эф}}^{\text{max}}$	$P_{\text{эф}}^{\text{max}}, \text{ кН}$	55,0	55,0	51,0	41,1	35,0	31,4
	$v_{\text{в}}, \text{ км/ч}$	3,5	3,0	3,7	4,8	5,5	6,0
	$G_{\text{т}}, \text{ кг/ч}$	21,3	18,1	19,0	18,6	18,9	20,0

Таблица 7.8 – Данные для построения тяговых характеристик трактора ДТ-75М при работе на стерне

Режим эксплуатации	Показатель	Передача трактора					
		2	3	4	5	6	7
$P_{\text{эф}} = 0$	v_D , км/ч	6,2	6,9	7,6	8,5	9,4	11,5
	G_T , кг/ч	6,5	6,7	7,0	7,3	7,6	8,6
$P_{\text{эф}} = P_{\text{эф}}^*$	$P_{\text{эф}}^*$, кН	31,6	27,7	24,5	21,3	18,5	13,7
	v_D , км/ч	5,6	6,4	7,1	7,9	8,8	10,8
	G_T , кг/ч	16,5	16,5	16,5	16,5	16,4	16,3
$P_{\text{эф}} = P_{\text{эф}}^{\text{max}}$	$P_{\text{эф}}^{\text{max}}$, кН	37,0	32,6	28,9	25,0	21,6	15,7
	v_D , км/ч	4,2	4,3	4,8	5,4	6,2	8,0
	G_T , кг/ч	14,1	13,5	13,4	13,2	13,3	13,2

При работе на культивированном поле

Режим эксплуатации	Показатель	Передача трактора					
		2	3	4	5	6	7
$P_{\text{эф}} = 0$	v_D , км/ч	6,1	6,7	7,4	8,3	9,2	11,3
	G_T , кг/ч	7,0	7,3	7,7	8,2	8,7	9,7
$P_{\text{эф}} = P_{\text{эф}}^*$	$P_{\text{эф}}^*$, кН	29,1	26,2	23,0	19,8	16,9	12,2
	v_D , км/ч	5,4	6,1	6,8	7,6	8,5	10,4
	G_T , кг/ч	16,5	16,5	16,5	16,5	16,4	16,3
$P_{\text{эф}} = P_{\text{эф}}^{\text{max}}$	$P_{\text{эф}}^{\text{max}}$, кН	33,3	30,9	27,0	23,0	19,4	14,0
	v_D , км/ч	3,7	4,0	4,6	5,3	6,1	7,9
	G_T , кг/ч	13,7	13,7	13,6	13,5	13,0	13,3

Таблица 7.9 – Данные для построения тяговых характеристик трактора Т-70С при работе на стерне

Режим эксплуатации	Показатель	Передача трактора					
		3	4	5	6	7	8
$P_{\text{эф}} = 0$	v_D , км/ч	5,0	6,0	7,1	8,2	10,1	12,1
	G_T , кг/ч	5,2	5,4	5,5	5,6	6,0	6,9
$P_{\text{эф}} = P_{\text{эф}}^*$	$P_{\text{эф}}^*$, кН	32,7	27,8	23,7	20,4	14,5	11,1
	v_D , км/ч	4,1	5,3	6,4	7,4	9,3	11,0
	G_T , кг/ч	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
$P_{\text{эф}} = P_{\text{эф}}^{\text{max}}$	$P_{\text{эф}}^{\text{max}}$, кН	37,5	31,6	27,2	23,4	16,4	12,9
	v_D , км/ч	2,8	2,8	4,0	4,5	6,1	7,3
	G_T , кг/ч	11,0	10,4	11,0	10,9	10,7	10,5

При работе на культивированном поле

Режим эксплуатации	Показатель	Передача трактора					
		3	4	5	6	7	8
$P_{\text{вп}} = 0$	v_d , км/ч	5,1	6,2	7,5	8,7	10,7	12,5
	$G_{\text{н}}$, кг/ч	6,5	6,1	6,4	6,8	7,2	8,1
	$P_{\text{вп}}^*$, кН	28,0	22,6	19,4	15,9	11,8	9,8
$P_{\text{вп}} = P_{\text{вп}}^*$	v_d , км/ч	4,6	5,8	6,9	8,2	10,2	11,8
	$G_{\text{н}}$, кг/ч	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4
	$P_{\text{вп}}^{\text{max}}$, кН	32,7	27,1	22,9	19,2	13,8	11,4
$P_{\text{вп}} = P_{\text{вп}}^{\text{max}}$	v_d , км/ч	2,3	3,8	4,4	5,3	7,3	8,4
	$G_{\text{н}}$, кг/ч	10,2	11,2	11,1	11,2	11,0	11,5

Таблица А8 - Зависимость радиуса поворота R_p от конструктивной ширины захвата агрегата B .

Агрегат	Навесной и полунавесной	Прицепной
Пахотный и лушительный (лемешный)	$3,0B_p$	$4,5B_p$
Культиваторный и сеялочный одно- и двухмашинный	$0,9B_p$	$1,68B_p$
трехмашинный и более	$0,8B_p$	$1,3B_p$
Бороновальный, лушительный (дисковый)	$1,0B_p$	$1,0B_p$

Таблица А9 - Значение коэффициента β использования конструктивной ширины захвата машины

Сельскохозяйственная машина	β
Плуг, лемешный лушительный	1,02-1,10
Зубчатая борона, каток, мотыга	0,96-0,98
Дисковый лушительный и борона, паровой культиватор	0,96
Сеялка, пропашной культиватор, кукурузо- или свеклоуборочный комбайн	1,00
Жатка, косилка	0,93-0,95
Комбайн силосоуборочный	1,08-1,16

Таблица А10 - Формула для расчета оптимальной ширины $C_{\text{опт}}$ загона, и

Способ движения	Оптимальная ширина $C_{\text{опт}}$ загона
Всвал, вразвал, с чередованием обработки загона всвал и вразвал	$\sqrt{2B_p \cdot L_p + 16R^2}$
Двухзагонный	$\sqrt{2B_p \cdot L_p + 4R^2}$
Комбинированный	$\sqrt{3B_p \cdot L_p}$
Перекрытием	$10R$
Круговой	$L_p / (5 \dots 8)$

Таблица А11 - Вместимость технологических емкостей

Название машины	Марка машины	Вместимость зернового ящика, банок или бункера, м ³	
		для семян	для удобрений
Сеялка зернотуковая	СЗ-3,6А	0,453	0,212
Сеялка зернотуковая пресовая	СЗП-3,6А	0,453	0,212
Сеялка зернотукограбная	СЗТ-3,6А	0,453	0,212
Сеялка зернотуковая пресовая	СЗП-8	1,482	0,819
	СЗП-12	2,223	1,228
	СЗП-16	2,967	1,638
Сеялка рисовая	СРН-3,6	0,300	-
Сеялка кукурузная	СКП-12	0,66	1,4
Сеялка кукурузная навесная	СУПН-8А	0,26	0,18
	СПЧ-6ФС	0,108	0,096
Сеялка для посева сои и кукурузы	СПС-12	0,675	0,459
	СПС-24	1,350	0,92
Сеялка саскловиная	ССТ-18Б	0,228	-
Сеялка саскловиная	ССТ-12В	0,192	0,28

Таблица А12 - Норма высева, урожайность и плотность семян основных сельскохозяйственных культур

Культура	Урожайность, т/га	Норма высева, кг/га	Плотность семян, кг/м ³
Пшеница озимая	4,0-6,0	240-260	780
Пшеница яровая	3,0-3,5	150-180	755
Ячмень озимый	4,0-7,0	150-200	600
Ячмень яровой	2,8-3,5	140-180	630
Овес	3,0-3,5	120-160	450
Р и с	5,0-6,0	150-220	850
Горох	2,0-4,0	220-270	830
Кукуруза	4,0-8,0	20-30	730
Подсолнечник	2,0-3,0	10-15	420
Клеверная	1,0-1,2	30-40	400-500
С о л	2,0-3,0	50-80	600-700
Свекла сахарная	25,0-50,0	10-15	450
Томаты	18,0-20,0	2-3	300

Таблица А13 - Формулы для расчета средней длины l , холостого хода
(все значения выражены в метрах)

Способ движения	Средняя длина l , холостого хода
Всвал, вразвал	$0,5C+2,5R+2a$
С чередованием обработки загонов всвал и вразвал	$0,5C+3R+2a$
Челночный с поворотами:	
беспетлевыми	$1,14R+B_p + 2a$
грушевидными	$6R+2a$
Двухзагонный	$0,5C+2R+2a$
Перекрытием	$0,5C+1,5R+2a$
Диагонально-челночный	$6R+2a$
Диагонально-перекрестный	$4R+2a$
Круговой	$2R$

Таблица А14 - Затраты времени $T_{\text{ЕТО}}$ на проведение ежесменного технического обслуживания (ЕТО) тракторов и сельхозмашин, ч

Наименование	$T_{\text{ЕТО}}$	Наименование	$T_{\text{ЕТО}}$
Трактор К-700, К-701	0,30	Лушительник ППЛ-10-25	0,17
Т-150, К, Т-150	0,47	лемешный ППЛ-5-25	0,13
Т-4А	0,40	Лушительник ЛДГ-20	0,30
ДТ-75М,	0,40	дисковый ЛДГ-15, ЛДГ-10,	
Т-54В, Т-70С	0,33	ЛДГ-5	0,25
МТЗ-80, МТЗ-82	0,30	Борона БД-10, БДТ-7	0,20
ЮМЗ-6Л	0,30	дисковая БДТ-3, БДН-3	0,17
Т-40М	0,30	Борона зубовая	0,01
Т-25А	0,27	Культиваторы паровые	0,10
Плуги 7-9 корпусные	0,170,13	Культиваторы пропашные	0,23
4-6 корпусные	0,10	Сеялки	0,23
3-х корпусные	0,10	Катки	0,08

Таблица А15 - Примерные значения продолжительности остановки для технологического обслуживания агрегата на каждый час сменного времени - $t'_{\text{ост}}$

Вид работы	Продолжительность остановки на 1 час сменного времени
Лущение стерни, дискование	002-0,03
Вспаха	0,01-0,02
Боронирование	0,03-0,04
Сплошная культивация	0,03-0,04
Междурядная культивация	0,04-0,05
Прикатывание	0,01-0,02

Таблица А16 - Продолжительность одной загрузки сеялок семенами - $t_{\text{за}}$, ч

Марка сеялки	$t_{\text{за}}$	Марка сеялки	$t_{\text{за}}$
СЗ-3,6	0,06	СЗП-12	0,10
СЗП-3,6	0,06	СУПН-8Л	0,08
СРН-3,6	0,06	СПЧ-6ФС	0,06
СП-12	0,10	ССТ-12В	0,10
СПС-24	0,13	ССТ-18Б	0,12
СЗП-8	0,08	СКПП-12	0,11

Таблица А17 - Значение среднего часового расхода топлива при работе G_p , холостом ходе агрегата G_0 и во время остановок агрегата с работающим двигателем G_p , кг/ч

Марка трактора	G_0	G_p	G_p
Т-4А	17,0-23,4	9,5-13,0	2,5
Т-150	22,0-26,5	11,5-14,0	2,5
ДТ-75М	14,0-16,5	7,5-10,0	1,9
Т-70	11,5-13,5	6,0-8,0	1,2
К-701	32,0-51,0	19,0-30,0	3,5
К-700	27,0-35,0	13,0-19,0	3,1
Т-150К	25,0-30,0	11,5-17,0	2,5
МТЗ-80, МТЗ-82	10,5-15,0	5,5-8,5	1,4
ЮМЗ-6Л	8,5-11,6	4,2-6,5	1,3
Т-40М Т-40АМ	6,5-9,5	4,2-5,5	1,1
Т-25АК	3,6-4,8	2,0-3,0	0,8

Таблица А18 - Максимальная рабочая скорость v_{max} уборочной машины

Марка машины	v_{max}	Марка машины	v_{max}
ДОН-1500	10,0	КСК-100А	12,0
Енисей-1200	7,2	Е-281С, КПИ-2,4	8,0
СК-5А «Нива»	7,2	Е-282	10,0
СК-6 «Колос»	7,2	КСС-2,6	6,0/12,0*
КСКУ-6	6,0	КСК-6, РКМ-6	9,0
ККП-3	9,0	РКС-6	5,7

*Примечание: числитель - с тракторами класса 1,4 измеритель - класса 3,0

Таблица А19 Значение коэффициентов сопротивления качению колесного трактора - f , прицеп $f_{\text{п}}$ и коэффициента сцепления ведущего аппарата трактора с почвой

Группа дорог	f	$f_{\text{п}}$	μ
I группа - дороги с твердым покрытием, обычные грунтовые, сухие в хорошем состоянии	0,02	0,06	0,8-0,9
II группа - дороги гравийные, щебенчатые, разбитые, стерня колосовых, задернованная почва	0,07	0,08	0,7-0,8
III группа - дороги разбитые, с глубокой колеей, пашня нормальной влажности, поле после уборки корнеплодов	0,18	0,16	0,5-0,6

Таблица А20 Характеристика тракторных прицепов

Марка прицепа	Тип	Грузо-подъемность, т	Объем кузова, м ³	Вес, кН	Агрегатирование (класс трактора)
ГКБ-95011 (1ПТС-2М)	Полуприцеп	2,0	2,5/5*	8,0	0,6; 0,9; 1,4
ГКБ-887Б (2ПТС-4)	Двухосный	4,0	5,0/11*	18,8	1,4
ГКБ-826 (2ПТС-6)	Двухосный	6,0	6,4/12,8*	31,0	1,4; 3,0
ПСЕ-Ф-12,5	Двухосный	4,2	5,0/12,5*	22,0	1,4
ОЗТП-9554 (ММЗ-771)	Полуприцеп	10,0	12,0/18,0*	48,0	3,0, 5,0
ОЗТП-8572(ММЗ-768Б)	Трехосный	13,0	17,0/26,0*	64,5	3,0; 5,0
ПСЕ-Ф-60	Трехосный	15,0	16,0/55,0*	67,0	3,0
ТП-Ф-45	Подборщик-полуприцеп	5,0	45,0	38,7	1,4
T-050		5,0	50,0	30,0	1,4

В знаменателе даны значения * для кузова с надставными бортами, ** со сменным кузовом вместимостью 45 или 20 м³.

Таблица А21 Плотность ρ перевозимого материала, кг/м³

Материал	Средняя величина, ρ	Материал	Средняя величина, ρ
Пшеница озимая	780	Капуста	350
Пшеница яровая	760	Ботва свеклы	350
Ячмень озимый	600	Силосная масса	300
Ячмень яровой	630	Сено прессованное	240
Овес	450	Измельченная солома	60
Рис	850	Солома прессованная	170
Горюх	830	Навоз перепревший	900
Соя	650	Глина, земля, песок	1500
Клешевина	450	Минеральные удобрения	110
Кукуруза в зерне	730	Томаты	300
в початках	550	Арбузы	500
Подсолнечник	420	Дыни	450
Свекла сахарная	450	Комбикорм	450
Картофель	700	Полова	50
Морковь	550	Подсолнечник (корзинки)	250

Таблица А22 Тяговое усилие $P_{\text{тяг}}$ и скорость движения v_p тракторов

Марка трактора	Передача	v_p	$P_{\text{тяг}}$	Марка трактора	Передача	v_p	$P_{\text{тяг}}$
МТЗ-80 МТЗ-82	4	8,0	14,0	ЮМЗ-6	2	9,0	12,5
	5	10,5	11,5		3	11,0	9,6
	6	12,3	9,5		4	19,0	4,3
	7	15,1	7,5		5	24,5	2,6
	8	17,9	6,0		Т-40М Т-40АМ	2	6,9
	9	33,4	3,0	3		8,2	10,5
Т-150	1	8,5	35,0	Т-25А	4	9,7	8,5
	2	10,1	33,3		5	11,8	6,8
	3	11,4	28,5		6	3,0	3,0
	4	15,4	23,6		1	6,4	7,0
	5	18,5	19,1		2	8,1	5,7
	6	22,0	15,8		3	9,1	4,7
	7	24,8	13,6	4	11,9	3,4	
	8	29,1	10,2	5	14,9	2,4	
ЮМЗ-6	1	8,1	11,5	6	21,9	1,1	

Таблица А23 Коэффициенты $a_{\text{т}}$ и $a_{\text{п}}$ повышения сопротивления движению соответственно трактора и прицепа при трогании с места

Дорожные условия	$a_{\text{т}}$	$a_{\text{п}}$
Асфальт, асфальтобетон	-	1,5
Сухая грунтовая дорога	2,48	1,80
Переувлажненная грунтовая дорога	1,84	1,76
Вспаханное поле	2,12	1,87