

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра эксплуатации машинно-тракторного парка

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ТЕХНИКИ В ПРИМЕРАХ И ЗАДАЧАХ**

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных
заведений по агротехническим специальностям*

Издание 2-е, переработанное и дополненное

Минск
БГАТУ
2010

УДК 631.3 (075.8)
ББК 40. 72 я 7
Э41

Авторы:

кандидат технических наук, доцент *А. В. Новиков*;
доктор технических наук, профессор *И. Н. Шило*;
кандидат технических наук, доцент *Т. А. Непарко*;
кандидат технических наук, доцент *В. С. Сергеев*;
кандидат технических наук, доцент *В. Я. Тимошенко*;
кандидат технических наук, доцент *А. Е. Улахович*;
кандидат технических наук, доцент *Г. А. Валюженич*

Рецензент – заведующий кафедрой «Тракторы» БНТУ,
доктор технических наук, профессор *Бойков В.П.*

Эксплуатация сельскохозяйственной техники в приме-
Э41 **рах и задачах** : учебное пособие /А. В. Новиков [и др.]; под
ред. А. В. Новикова. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Минск :
БГАТУ, 2010. – 164 с.

ISBN 978-985-519-258-0.

Структура пособия соответствует учебной программе по дисциплине
«Технологии и техническое обеспечение производства продукции рас-
тениеводства». В каждом разделе кратко излагаются теоретические во-
просы, приводятся задачи с указанием правильных ответов, контроль-
ные вопросы и примеры решения задач.

Рассчитано на студентов технических специальностей ВУЗов и уча-
щихся средних специальных учреждений образования технического
профиля.

УДК 631.3 (075.8)
ББК 40. 72 я 7

ISBN 978-985-519-258-0

© БГАТУ, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| Предисловие..... | 5 |
| 1. Теоретические основы производственной эксплуатации машинно-тракторных агрегатов..... | 6 |
| 1.1. Эксплуатационные свойства машинно-тракторных агрегатов..... | 7 |
| Задачи к подразделу 1.1..... | 7 |
| 1.2 Комплектование агрегатов..... | 24 |
| Задачи к подразделу 1.2..... | 36 |
| 1.3 Способы движения агрегатов..... | 41 |
| Задачи к подразделу 1.3..... | 46 |
| 1.4 Производительность агрегатов..... | 53 |
| Задачи к подразделу 1.4..... | 54 |
| 1.5 Эксплуатационные затраты при работе агрегатов..... | 59 |
| 1.5.1 Затраты труда..... | 68 |
| 1.5.2 Расход топлива..... | 68 |
| 1.5.3 Затраты энергии при работе агрегата..... | 69 |
| Задачи к подразделу 1.5..... | 71 |
| Вопросы для самопроверки..... | 74 |
| Примеры решения задач..... | 79 |
| 2. Техническое обеспечение производственных процессов в растениеводстве..... | 83 |
| 2.1. Основные принципы рационального построения производственных процессов..... | 83 |
| Задачи к подразделу 2.1..... | 84 |
| 2.2 Выбор скоростного режима работы агрегата при проектировании производственных процессов..... | 85 |
| Задачи к подразделу 2.2..... | 91 |
| 2.3 Показатели организации производственных процессов..... | 92 |
| Задачи к подразделу 2.3..... | 98 |
| 2.4 Проектирование технологических карт..... | 101 |
| Задачи к подразделу 2.4..... | 103 |
| 2.5 Особенности расчета показателей при производстве механизированных работ..... | 107 |
| Задачи к подразделу 2.5..... | 116 |
| 2.6 Методы оценки технического уровня и формирования системы машин..... | 122 |
| 2.6.1 Сравнительная оценка машин и технологий..... | 122 |
| 2.6.2 Методические аспекты определения приоритетов технического оснащения сельского хозяйства в современных условиях..... | 125 |

| | |
|--|-----|
| Вопросы для самопроверки..... | 131 |
| Примеры решения задач..... | 133 |
| 3. Техническое обслуживание машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия..... | 137 |
| Задачи к разделу 3..... | 139 |
| Вопросы для самопроверки..... | 139 |
| Пример решения задач..... | 140 |
| 4. Транспорт в сельскохозяйственном производстве..... | 141 |
| 4.1. Техничко-эксплуатационные показатели работы транспорта..... | 141 |
| 4.2. Баланс времени смены при выполнении транспортных работ..... | 143 |
| 4.3. Производительность транспортных агрегатов..... | 145 |
| 4.4. Определение потребности в транспортных средствах..... | 146 |
| Задачи к разделу 4..... | 147 |
| Вопросы для самопроверки..... | 151 |
| Примеры решения задач..... | 152 |
| 5. Проектирование механизированных процессов в растениеводстве и анализ использования машинно-тракторного парка..... | 155 |
| Задачи к разделу 5..... | 157 |
| Вопросы для самопроверки..... | 157 |
| Примеры решения задач..... | 158 |
| Литература..... | 160 |

ПРЕДИСЛОВИЕ

В современных условиях повышение эффективности агропромышленного комплекса (АПК) предусматривается за счет реализации комплекса организационно-экономических мероприятий, направленных на рациональное использование природных, финансовых, трудовых и материальных ресурсов, обеспечение рентабельного ведения сельскохозяйственного производства при его обоснованной государственной поддержке.

Приоритетными направлениями в этой сфере являются:

- совершенствование специализации сельскохозяйственного производства;
- повышение плодородия почв и продуктивности мелиорированных земель;
- развитие растениеводства и животноводства, крупнотоварных форм организации производства;
- развитие крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйств;
- развитие перерабатывающей промышленности;
- расширение внешнеторговой деятельности АПК;
- совершенствование государственной поддержки АПК;
- техническое переоснащение сельскохозяйственного производства;
- совершенствование организационно-экономической структуры АПК, систем его научного и кадрового обеспечения.

Современное сельскохозяйственное производство предъявляет к специалисту агроинженерного профиля достаточно жесткие требования. Основными из них являются: высокий профессиональный уровень знаний, умение работать в коллективе, принимать оперативные решения по организации и управлению производством, способность к профессиональному росту и профессиональной мобильности в изменяющихся условиях труда и жизни. Поэтому вся вузовская подготовка должна быть направлена на выработку у будущих инженеров эффективной программы постоянного самообразования, которая позволит им стать конкурентоспособными специалистами в быстро меняющихся условиях формируемой рыночной экономики.

Важнейшим элементом в организации такого обучения является самостоятельная работа студентов во время занятий и во внеаудиторное время. Вся система организации самостоятельного труда студента должна быть направлена на развитие его личности, исходя из будущей профессиональной деятельности. В структуре учебно-воспитательного процесса самостоятельная работа студентов занимает особое место,

так как в процессе самоподготовки студентом наиболее глубоко и прочно усваивается учебный материал, анализируется и обобщается поступившая информация, формируется логическое мышление.

В учебном плане подготовки инженеров специальности «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства» важное место занимает одна из профилирующих дисциплин – «Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства». Для ее изучения учебным планом доводятся теоретические, лабораторные и практические занятия. Поэтому задачи практического плана решаются как во время занятий, так и во внеаудиторные часы.

Для повышения качества самостоятельной работы студентов и предназначено настоящее учебное пособие. Оно также будет полезно учащимся средних специальных учреждений образования технического профиля при подготовке к вступительным испытаниям в высшие учебные заведения по дисциплине «Технология механизированных работ» и обучения по непрерывной интегрированной системе профессионального образования.

Структура учебного пособия соответствует учебной программе по дисциплине «Технологии и техническое обеспечение производства продукции растениеводства». В начале каждого раздела кратко излагаются вопросы теоретического плана. Затем приводятся задачи по этому разделу с указанием правильных ответов на них.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

1.1. Эксплуатационные свойства машинно-тракторных агрегатов

Двигатель является источником энергии и движущей силы трактора. От динамических и экономических свойств двигателя в значительной степени зависят эксплуатационные качества трактора и машинно-тракторного агрегата (МТА).

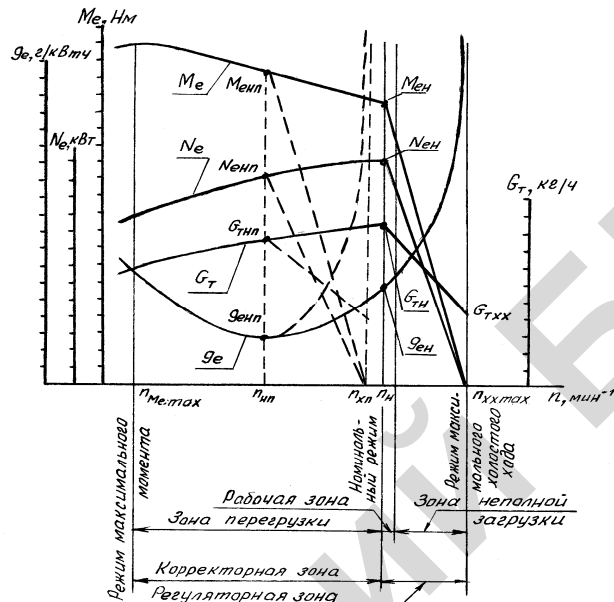


Рис. 1.1. Скоростная характеристика двигателя в функции частоты вращения коленчатого вала

Основными эксплуатационными показателями работы тракторного двигателя являются: эффективная мощность N_e , крутящий момент M_e , часовой G_T и удельный g_e расходы топлива, частота вращения коленчатого вала n .

Взаимосвязь между ними может быть представлена графически в виде скоростной характеристики двигателя в функции от угловой скорости (частоты) вращения коленчатого вала двигателя (рис.1.1).

Скоростная характеристика, полученная при положении органа управления регулятором частоты вращения соответствующем полной подаче топлива, называется внешней скоростной характеристикой.

Между эксплуатационными показателями работы существуют следующие основные соотношения:

– эффективная мощность двигателя в кВт

$$N_e = 6,28M_e \cdot n, \quad (1.1)$$

где M_e – эффективный крутящий момент, кН·м;

n – частота вращения коленчатого вала двигателя, с⁻¹.

– удельный эффективный расход топлива в г/кВт·ч

$$g_e = \frac{1000G_T}{N_e}, \quad (1.2)$$

где G_T – часовой расход топлива, кг.

Коэффициент приспособляемости двигателя соответственно по моменту K_M и по оборотам K_O

$$K_M = \frac{M_{e_{\max}}}{M_{e_n}}; \quad (1.3)$$

$$K_O = \frac{n_n}{n_{(M_{e_{\max}})}}, \quad (1.4)$$

где $M_{e_{\max}}$ и M_{e_n} – соответственно максимальный и номинальный эффективный крутящий момент двигателя, кН·м;

n_n и $n_{(M_{e_{\max}})}$ – соответственно номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя и частота его вращения при $M_{e_{\max}}$.

Частота вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу определяется по формуле

$$n_{\text{ххmax}} = n_n \frac{2 + \delta_p}{2 - \delta_p}, \quad (1.5)$$

где δ_p – степень неравномерности регулятора, характеризующая диапазон изменения частоты вращения коленчатого вала в пределах от холостого хода двигателя до полной нагрузки на регуляторной ветви.

Величина δ_{pn} на номинальном режиме работы двигателя (при полной подаче топлива) определяется по зависимости

$$\delta_{pn} = \frac{n_{xx_{max}} - n_n}{n_{cp}}, \quad (1.6)$$

где $n_{cp} = 0,5 (n_{xx_{max}} + n_n)$ – средняя частота вращения коленчатого вала двигателя на режиме регулятора, c^{-1} .

Для всережимных регуляторов центробежного типа новых тракторных двигателей степень неравномерности при номинальном режиме равна 0,07–0,08. По мере снижения скоростного режима, устанавливаемого регулятором, значение степени неравномерности увеличивается, и в области минимальных частот составляет 0,4–0,45, при этом зависимость δ_p от частоты вращения коленчатого вала двигателя имеет вид, близкий к линейному.

С учетом сказанного, степень неравномерности регулятора на номинальном пониженном скоростном режиме (неполная подача топлива) можно представить в следующем виде

$$\delta_{pn} \approx (0,37 - 0,45) \frac{n_{nn} - n_{min}}{n_n - n_{min}}, \quad (1.7)$$

где n_{min} – минимальная устойчивая частота вращения коленчатого вала двигателя с допустимой точностью определяемая по зависимости

$$n_{min} = (0,38 - 0,42) n_n.$$

Переход двигателя на пониженные скоростные режимы при работе МТА применяется в следующих случаях:

1) для уменьшения скорости движения агрегата без потерь времени на переключение передач (при поворотах в конце гона, при переездах через препятствия и т.д.), когда требуется понизить скорость для технологического обслуживания;

2) во время соединения сельскохозяйственных машин с энергосредством, когда требуется плавное движение трактора с небольшой скоростью;

3) при невозможности рационально загрузить двигатель на рабочей передаче при ограничении рабочей скорости агротребованиями.

На рис.1.1 скоростная характеристика двигателя на пониженном скоростном режиме представлена штриховыми линиями.

Свойства линейной взаимозависимости эксплуатационных показателей работы тракторного двигателя на регуляторной ветви скоростной характеристики широко используются в эксплуатационных расчетах. Например, для определения текущих нагрузочных показателей (крутящего момента или мощности) по установленной частоте вращения коленвала двигателя или часового расхода топлива при заданных значениях эффективной мощности и крутящего момента.

Суть расчетов иллюстрирует рис.1.2. Используемые в расчетах формулы, полученные методом подобия треугольников, приведены ниже:

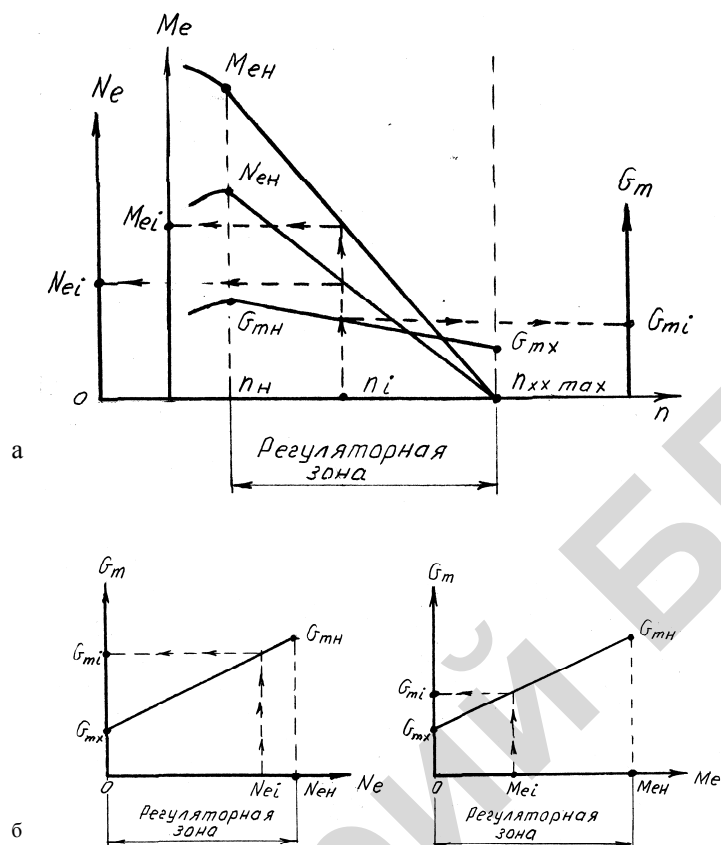


Рис.1.2. Иллюстрация к использованию скоростной характеристики двигателя в эксплуатационных расчетах:
 а – определение текущих значений крутящего момента, эффективной мощности и часового расхода топлива по установленной частоте вращения; б – определение текущего значения часового расхода топлива при заданной эффективной мощности; в – то же при заданном крутящем моменте

— для рис.1.2а

$$M_{e_i} = M_{e_n} \left(\frac{n_{xx_{max}} - n_i}{n_{xx_{max}} - n_n} \right) \quad (1.8)$$

$$N_{e_i} = N_{e_n} \left(\frac{n_{xx_{max}} - n_i}{n_{xx_{max}} - n_n} \right); \quad (1.9)$$

$$G_{T_i} = G_{T_n} - \left(\frac{n_{xx_{max}} - n_i}{n_{xx_{max}} - n_n} \right) (G_{T_n} - G_{T_x}),$$

— для рис.1.2б и 1.2в

$$G_{T_i} = G_{T_x} + \frac{N_{e_i}}{N_{e_n}} (G_{T_n} - G_{T_x});$$

$$G_{T_i} = G_{T_x} + \frac{M_{e_i}}{M_{e_n}} (G_{T_n} - G_{T_x}). \quad (1.10)$$

Применяя приведенные выше формулы, а также, используя подобие треугольников на графике скоростной характеристики, можно решать и другие задачи на определение текущих значений эксплуатационных показателей тракторных двигателей.

При применении описанного выше подхода возможно получение аналитических зависимостей между текущими эксплуатационными показателями и в корректорной зоне (рис.1.3), но только при условии аппроксимации нелинейных участков линейными, что допустимо вследствие малости получающейся расчетной ошибки.

Например, используя подобие треугольников, можно получить зависимость крутящего момента от частоты вращения двигателя в виде

$$M_{e_i} = M_n + (M_{e_{max}} - M_{e_n}) \left(\frac{n_n - n_i}{n_n - n_{(M_{e_{max}})}} \right),$$

либо

$$(1.11)$$

$$M_{e_i} = M_{e_{max}} - \left(\frac{n_i - n_{M_{e_{max}}}}{n_n - n_{(M_{e_{max}})}} \right) (M_{e_{max}} - M_{e_n}).$$

Для других эксплуатационных показателей также возможно получение подобных формул.

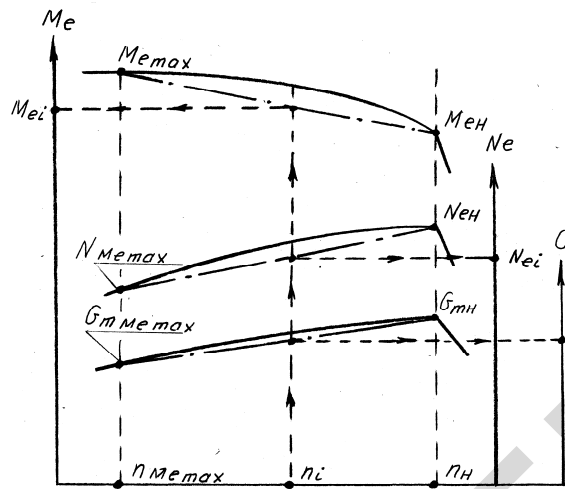


Рис. 1.3. Иллюстрация к использованию скоростной характеристики двигателя для определения текущих эксплуатационных показателей двигателя в коррекционной зоне

При обосновании рабочего режима двигателя трактора, который зависит от величины сил сопротивления сельскохозяйственных машин и соответствующих им приведенных к валу двигателя моментов сопротивления M_c , необходимо установить соотношение между крутящим моментом двигателя M_e и моментом сил сопротивления M_c .

Для этого используют условия **безостановочной работы (двигатель не глохнет под нагрузкой)**

$$M_{c_{\max}} \leq 0,97M_{e_{\max}} \quad (1.12)$$

и рациональной загрузки (оптимальный режим работы двигателя)

$$M_{c_{\max}} \leq 1,05M_{e_n} \quad (1.13)$$

Тогда допустимый средний момент сопротивления на валу двигателя из условия **безостановочной работы** равен

$$M_{\text{ср}} = \frac{0,97M_{\text{е}}K_{\text{М}}}{1 + \frac{\delta_R}{2}}, \quad (1.14)$$

а из условия рациональной загрузки

$$M_{\text{ср}} = \frac{1,05M_{\text{е}}}{1 + \frac{\delta_R}{2}}. \quad (1.15)$$

Степень неравномерности тягового сопротивления

$$\delta_R = (R_{\text{М}_{\text{max}}} - R_{\text{М}_{\text{min}}}) / R_{\text{М}_{\text{ср}}}, \quad (1.16)$$

где $R_{\text{М}_{\text{max}}}$, $R_{\text{М}_{\text{min}}}$, $R_{\text{М}_{\text{ср}}}$ – соответственно максимальное, минимальное и среднее сопротивление машины, кН. При этом $R_{\text{М}_{\text{ср}}} = (R_{\text{М}_{\text{max}}} + R_{\text{М}_{\text{min}}}) / 2$.

Среднеквадратическое отклонение сопротивления определяют как

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{\sum (R_{\text{М}_i} - R_{\text{М}_{\text{ср}}})^2}{n-1}}, \quad (1.17)$$

где $R_{\text{М}_i}$ – текущее значение $R_{\text{М}}$, кН;

n – количество проведенных замеров.

Коэффициент вариации сопротивления для его нормального закона распределения

$$v_R = \frac{\sigma_R}{R_{\text{М}_{\text{ср}}}}. \quad (1.18)$$

Период колебаний (м)

$$T_R = \frac{s}{n}, \quad (1.19)$$

или период колебаний (с)

$$T_R = \frac{t}{n}, \quad (1.20)$$

где s , t , n – соответственно путь, время и число колебаний сопротивления.

Степень использования мощности двигателя оценивается по следующим показателям:

- коэффициенту загрузки двигателя по моменту

$$\eta_{\text{М}_\text{е}} = \frac{M_{\text{е}}}{M_{\text{е}_\text{н}}}; \quad (1.21)$$

- коэффициенту загрузки двигателя по мощности

$$\eta_{N_e} = \frac{N_e}{N_{e_n}}; \quad (1.22)$$

- коэффициенту допустимой загрузки двигателя по моменту из условия безостановочной работы

$$\eta_{M_e}^{\text{доп}} = \frac{0,97K_M}{1 + \frac{\delta_R}{2}}; \quad (1.23)$$

- коэффициенту допустимой загрузки двигателя по моменту из условия рациональной загрузки

$$\eta_{M_e}^{\text{доп}} = \frac{1,05}{1 + \frac{\delta_R}{2}}; \quad (1.24)$$

где N_{e_n} – номинальная (максимальная) эффективная мощность двигателя, кВт;

δ_R – коэффициент неравномерности тягового сопротивления рабочей машины.

Номинальная касательная сила тяги трактора в агрегате

$$P_{\text{кн}} = \frac{0,159(N_{e_n} - \frac{N_{\text{вОМ}}}{\eta_{\text{вОМ}}})i_{\text{тр}} \cdot \eta_{\text{МГ}}}{n_n \cdot r_k}; \quad (1.25)$$

где $i_{\text{тр}}$ – передаточное отношение трансмиссии от коленчатого вала двигателя к оси ведущих колес трактора;

$\eta_{\text{МГ}} = \eta_{\text{цил}}^\alpha \cdot \eta_{\text{кон}}^\beta \cdot \eta_{\text{Г}}$ – механический КПД трансмиссии трактора;

$r_k = r_o + k_{\text{ш}} \cdot h_{\text{ш}}$ – радиус качения движителей, м;

$\eta_{\text{цил}}$ и $\eta_{\text{кон}}$ – соответственно механический КПД одной пары цилиндрических и конических зубчатых колес трансмиссии трактора;

$N_{\text{вОМ}}$ – часть мощности двигателя, расходуемая на привод рабочих машин через вал отбора мощности (ВОМ), кВт;

$\eta_{\text{вОМ}}$ – механический КПД ВОМ;

α, β – соответственно число пар цилиндрических и конических зубчатых колес, находящихся в зацеплении;

$\eta_{\text{Г}}$ – механический КПД гусеничной цепи, для колесных тракторов $\eta_{\text{Г}} = 1$;

r_0 – радиус посадочной окружности стального обода для колёсных тракторов, радиус начальной окружности ведущих зубчатых звездочек для гусеничных тракторов, м;

$h_{ш}$ – высота поперечного профиля шины, м;

$k_{ш}$ – коэффициент усадки (деформации) шины.

Сила сцепления F_c для гусеничных и колесных со всеми ведущими колесами тракторов

$$F_c = G_T \cdot \cos \alpha \cdot \mu, \quad (1.26)$$

где G_T – эксплуатационный вес трактора, кН;

α – угол уклона местности, град.;

μ – коэффициент сцепления движителей с почвой при допустимом буксовании.

Для колесного трактора с одной ведущей осью

$$F_c = \frac{G_T \cdot \cos \alpha (L - a) \mu}{L - \mu \cdot r_k}, \quad (1.27)$$

где L – продольная база трактора, м;

a – расстояние от центра тяжести трактора до вертикальной плоскости, проходящей через ведущую ось, м.

Движущая сила трактора в агрегате

$$P_{дв} = \begin{cases} P_{кн}, & \text{если } P_{кн} < F_c \\ F_c, & \text{если } P_{кн} > F_c \end{cases}. \quad (1.28)$$

Тяговое усилие трактора ($P_{кр}$ или P_T):

- при достаточном сцеплении (буксование не превышает допустимого значения)

$$P_{кр} = P_{кн} - P_f + P_\alpha \quad (1.29)$$

- при недостаточном сцеплении (буксование превышает допустимого значения)

$$P_{кр} = F_c - P_f + P_\alpha, \quad (1.30)$$

где $P_f = G_T \cos \alpha \cdot f_T$ – сопротивление перекачиванию трактора, кН. Для малых углов $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha$, а $\cos \alpha = 1$;

f_T – коэффициент сопротивления перекачиванию трактора;

$P_\alpha = \pm G_T \cdot \sin \alpha \cong \pm G_T \cdot \operatorname{tg} \alpha \cong \pm G_T \cdot \frac{i}{100}$ – сопротивление движению трактора

на местности с углом склона α , кН (знак «+» – при движении трактора на подъем, знак «-» – при движении на спуск);

i – уклон местности, %.

Касательная сила тяги, не используемая по сцеплению

$$P_{\text{нс}} = P_{\text{кн}} - F_{\text{с}} \cdot \quad (1.31)$$

Тяговое усилие трактора, не используемое по нагрузке

$$P_{\text{нз}} = P_{\text{кр}} - R_{\text{а}}, \quad (1.32)$$

где $R_{\text{а}}$ – тяговое сопротивление агрегата, кН.

Тяговое усилие трактора в условиях достаточного сцепления, определяемое значением номинальной касательной силы тяги при отсутствии сопротивления подъему – номинальная тяговая сила и обозначается $P_{\text{кр}}$.

Для ее определения с использованием специального оборудования и при различных состояниях почвы проводят эксперимент, в результате которого получают тяговую характеристику трактора, используемую в теоретических расчетах по комплектованию машинно-тракторных агрегатов (см. п. 1.2). Чаще всего тяговая характеристика представляется в виде графиков (рис. 1.4) и таблиц (табл. 1.1), отражающих зависимости:

$v_p = f(P_{\text{кр}})$ – зависимость скорости трактора на различных передачах от тягового усилия;

$N_{\text{кр}} = f(P_{\text{кр}})$ – зависимость тяговой мощности на различных передачах от тягового усилия;

$\delta = f(P_{\text{кр}})$ – зависимость буксования от тягового усилия;

$n = f(P_{\text{кр}})$ – зависимость частоты вращения коленчатого вала двигателя от тягового усилия;

$g_e = f(P_{\text{кр}})$ и $G_m = f(P_{\text{кр}})$ – зависимость удельного и часового расхода топлива от тягового усилия.

Если соединить точки максимальных тяговых мощностей и скоростей движения на передачах, соответствующих номинальным оборотам двигателя, то можно получить семейство огибающих кривых, называемое **потенциальной тяговой характеристикой трактора.**

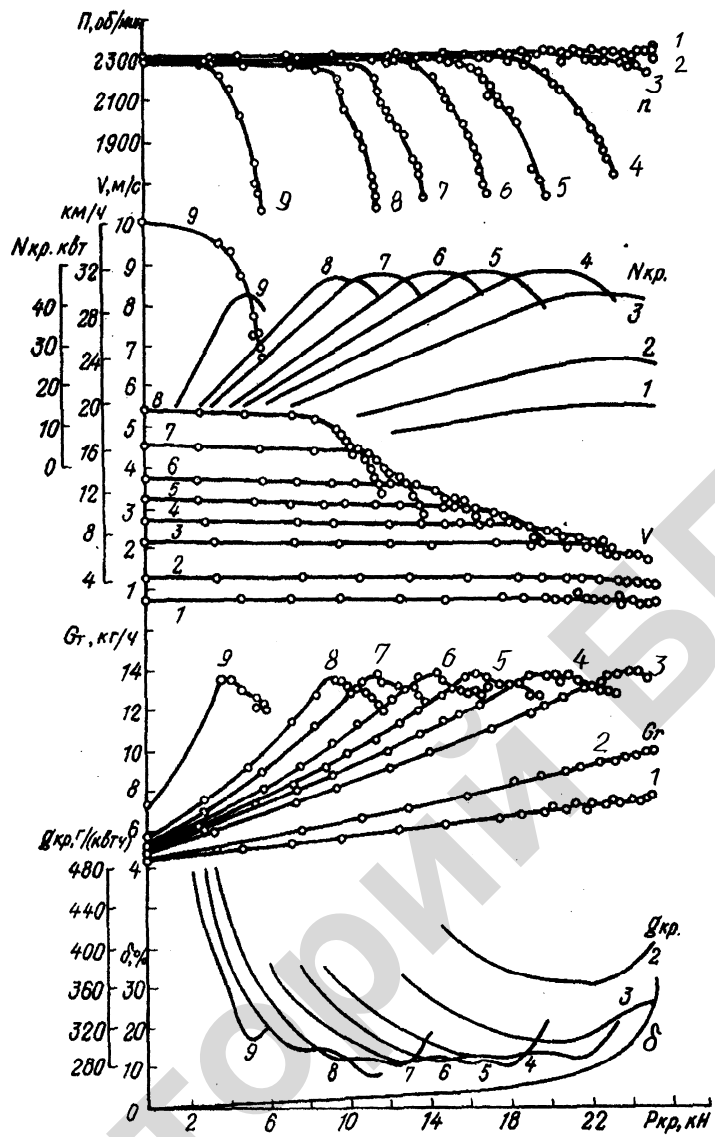


Рис. 1.4. Тяговая характеристика трактора Беларусь 820 на стерне нормальной влажности

Таблица 1.1
Тяговая характеристика трактора Беларусь 820 (агрофон стерня)

| Режим экс-плуатации | Показатели | Передача | | | | | | |
|---------------------|--------------------|----------|------|------|------|-------|-------|------|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| $P_{кр}=0$ | v_x , км/ч | 4,0 | 7,7 | 9,7 | 11,6 | 13,65 | 16,55 | 20,0 |
| | G_x , кг/ч | 4,4 | 4,8 | 5,4 | 5,8 | 6,2 | 6,5 | 6,8 |
| $P_{кр}$ | $P_{крн}$, кН | 21,1 | 17,9 | 15,0 | 13,1 | 11,0 | 9,7 | 7,65 |
| | $N_{крмакс}$, кВт | 19,8 | 30,8 | 33,3 | 33,8 | 34,0 | 33,4 | 32,2 |
| | $v_{рн}$, км/ч | 3,4 | 6,2 | 8,0 | 9,3 | 11,2 | 12,4 | 15,0 |
| | δ , % | 29,5 | 20,5 | 14,5 | 12,6 | 10,4 | 9,2 | 7,4 |
| | $G_{нз}$, кг/ч | 9,3 | 13,6 | 14,5 | 14,1 | 14,1 | 13,1 | 12,8 |

Потенциальная тяговая характеристика трактора применяется для обоснованного выбора расчетных передач при выполнении МТА конкретной технологической операции (рис. 1.5), а **тяговая характеристика** – для расчета таких режимных параметров МТА, как рабочая скорость и скорость на холостом ходу, часовой расход топлива на рабочем и холостом ходу.

Рассмотрим выбор передач трактора с помощью потенциальной тяговой характеристики более подробно.

Из рис. 1.5 видно, что наибольшую тяговую мощность трактор имеет в интервале 2–4 рабочих передач, что соответствует зоне рациональной тяговой загрузки трактора от 22 до 33 кН и интервалу рациональных по загрузке рабочих скоростей от 5,1 до 7,0 км/ч.

При наложении на график потенциальной тяговой характеристики диапазона агротехнически допустимых скоростей видно, что 2-я передача попадает за границы этого диапазона, в то же время агротехника позволяет работать на 5-й передаче, не принадлежащей диапазону рациональной загрузки. Окончательно, в качестве расчетных, принимается 3-я и 4-я передачи трактора, принадлежащие одновременно обоим указанным диапазонам.

Графики рис. 1.6 поясняют расчет режимных параметров МТА с помощью тяговой характеристики и позволяют получить расчетные зависимости для определения

– рабочей скорости МТА

$$v_{ра} = v_x - \eta_{п} (v_x - v_{рн}); \quad (1.33)$$

– скорости на холостом ходу (поворот) без переключения передачи

$$v_{х_а} = v_x - \eta_{п_х} (v_x - v_{рн}); \quad (1.34)$$

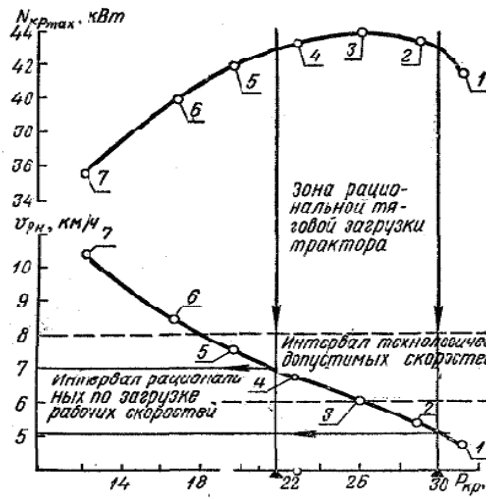


Рис.1.5. Иллюстрация к применению потенциальной тяговой характеристики для выбора расчетных передач

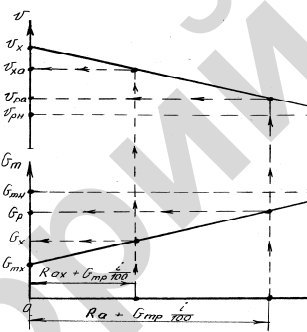


Рис.1.6. Иллюстрация к применению тяговой характеристики трактора для определения режимных параметров

– часового расхода топлива на рабочем ходу

$$G_p = G_x + \eta_{np} (G_{T_n} - G_{T_x}); \quad (1.35)$$

– часового расхода топлива на холостом ходу без переключения передачи

$$G_x = G_{T_n} + \eta_{ix} (G_{T_n} - G_x), \quad (1.36)$$

где η_{np} – коэффициент использования номинального тягового усилия трактора на рабочем ходу, равный

$$\eta_{np} = \frac{R_a}{P_{кpn} - G_T \frac{i}{100}}, \quad (1.37)$$

η_{ix} – коэффициент использования номинального тягового усилия трактора на холостом ходу.

$$\eta_{ix} = \frac{R_{ax}}{P_{кpn} - G_T \frac{i}{100}}. \quad (1.38)$$

Полное тяговое сопротивление любой сельскохозяйственной машины

$$R_M = R_f + R_F + R_E + R_T + R_d \pm R_\alpha \pm R_W \pm R_j + R_{вoм} + R_n, \quad (1.39)$$

где $R_f = G_M \cdot \cos \alpha \cdot f_M$ – сопротивление перекатыванию, кН;

G_M – вес машины, кН;

f_M – коэффициент сопротивления перекатыванию сельхозмашины;

R_E – сопротивление, затрачиваемое на сообщение кинетической энергии частицам обрабатываемой среды, кН;

R_F – сопротивление от трения материала о рабочие поверхности машины, кН;

R_T – сопротивление от трения в передаточных механизмах машины, кН;

R_d – сопротивление деформации обрабатываемой среды, кН;

$R_\alpha = \pm G_M \sin \alpha \cong \pm G_M \operatorname{tg} \alpha \cong \pm G_M \cdot i / 100$ – сопротивление подъему (+) или спуску (-), кН;

R_W – сопротивление воздушной среды (кН), обычно для сельхозмашин равно 0;

R_j – сопротивление сил инерции, кН;

R_n – сопротивление на перемещение обрабатываемого материала внутри машины, кН;

$R_{\text{ВОМ}}$ – сопротивление от привода рабочих органов через ВОМ, кН.
Оно является условным и может быть определено как

$$R_{\text{ВОМ}} = \frac{0,159 N_{\text{ВОМ}} \cdot i_{\text{тр}} \eta_{\text{МГ}}}{r_{\text{к}} \cdot n_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{ВОМ}}} \quad (1.40)$$

Удельное сопротивление:
– для всех машин, рабочие органы которых взаимодействуют с почвой или растениями, кроме плугов

$$k_0 = \frac{R_{\text{М}}}{b} \quad (1.41)$$

– для плугов

$$k_{\text{пл}} = \frac{R_{\text{пл}}}{a \cdot b_{\text{к}} \cdot n_{\text{к}}} \quad (1.42)$$

где b – конструктивная ширина захвата машины, м;

$R_{\text{пл}}$ – тяговое сопротивление плуга, кН;

a – глубина пахоты, м;

$b_{\text{к}}$ – конструктивная ширина захвата корпуса плуга, м;

$n_{\text{к}}$ – количество корпусов плуга.

Тяговое сопротивление через удельное сопротивление определяют:
– для всех машин, рабочие органы которых взаимодействуют с почвой или растениями, кроме плугов

$$R_{\text{М}} = k_0 \cdot b \pm G_{\text{М}} \cdot i \quad (1.43)$$

– для плугов

$$R_{\text{пл}} = k_{\text{пл}} \cdot a \cdot b_{\text{к}} \cdot n_{\text{к}} \pm c G_{\text{пл}} \cdot i \quad (1.44)$$

где c – коэффициент, учитывающий вес почвы на корпусах плуга.

Влияние скорости движения на величину удельного сопротивления можно выразить уравнением

$$k_v = k_0 \left[1 + (v - v_0) \frac{\Delta c}{100} \right] \quad (1.45)$$

где k_0 – удельное сопротивление при скорости $v_0 = 5$ км/ч;

v – скорость, для которой определяет k_v , км/ч;

Δc – темп нарастания удельного сопротивления машины в зависимости от скорости, %.

Тяговое сопротивление сцепки в зависимости от ее типа определяют для:

– прицепной

$$R_{\text{сц}} = G_{\text{с}} \cdot f_{\text{с}} \cdot \cos \alpha \quad (1.46)$$

– полунавесной

$$R_{\text{сц}} = G_{\text{с}} (\lambda \cdot f_{\text{т}} + (1 - \lambda) f_{\text{с}}) \cos \alpha \quad (1.47)$$

– навесной

$$R_{\text{сц}} = G_{\text{с}} \cdot f_{\text{с}} \cdot \cos \alpha, \quad (1.48)$$

где $G_{\text{с}}$ – вес сцепки, кН;

$f_{\text{с}}$ – коэффициент сопротивления перекачиванию сцепки;

λ – доля веса сцепки, приходящаяся на трактор.

Мощность двигателя трактора или самоходной машины затрачивается, как на совершение полезной работы, так и на преодоление внешних и внутренних сил сопротивления перемещению МТА по рабочему участку. О распределении эффективной мощности N_e судят по балансу мощности при работе трактора или самоходной машины (установившийся режим)

$$N_e = N_{\text{т}} + N_{e_{\text{вОМ}}} + N_f \pm N_{\alpha} + N_{\delta} + N_{\text{м}}, \quad (1.49)$$

где $N_{e_{\text{вОМ}}} = N_{\text{вОМ}} / \eta_{\text{вОМ}}$ – мощность, затрачиваемая двигателем на привод механизмов рабочих машин, кВт;

$N_{\text{т}} = R_{\text{а}} v_{\text{р}}$ – затраты мощности на тягу машины, агрегата, кВт;

$R_{\text{а}}$ – сопротивление агрегата, кН;

$N_f = P_f v_{\text{р}}$ – затраты мощности на качение трактора, кВт;

$N_{\alpha} = \pm P_{\alpha} v_{\text{р}}$ – затраты мощности на преодоление подъема (знак «плюс»), высвобождающаяся мощность при движении на спуске (знак «минус»), кВт;

$N_{\delta} = P_{\text{дв}}(v_{\text{т}} - v_{\text{р}})$ или $N_{\delta} = N_e \eta_{\text{МТ}} \delta / 100$ – затраты мощности на буксование, кВт;

$N_{\text{м}} = N_e(1 - \eta_{\text{МТ}})$ – потери мощности в трансмиссии трактора и на ведущих участках гусениц, кВт;

$v_{\text{р}} = v_{\text{т}}(1 - \frac{\delta}{100}) \frac{n}{n_{\text{н}}}$ – рабочая скорость трактора, м/с;

$v_{\text{т}} = \frac{6,28 n_{\text{н}} \cdot r_{\text{к}}}{i_{\text{тр}}}$ – теоретическая (расчетная) скорость движения трактора, м/с;

n – действительная частота вращения коленчатого вала двигателя (с^{-1}), которая может быть определена как

$$n = n_{\text{н}} + (n_{\text{х}} - n_{\text{н}}) \frac{P_{\text{нс}} + P_{\text{нз}}}{P_{\text{кн}}}. \quad (1.50)$$

Среднетехническая скорость движения агрегата

$$v_{\text{тех}} = \frac{S_p + S_x}{T_p + t_x}, \quad (1.51)$$

где S_p, S_x – соответственно суммарная длина пути при рабочих и холостых ходах, м;

T_p, t_x – время движения при рабочих и холостых ходах, с.

Эксплуатационная скорость

$$v_3 = \frac{S_p + S_x}{T_p + t_x + t_0} = \frac{S_p + S_x}{T}, \quad (1.52)$$

где t_0 – суммарное время простоев за смену, с.

Условия и степень использования мощности трактора в агрегате характеризует его тяговый КПД

$$\eta_T = \frac{N_T}{N_e} = \eta_{\text{мг}} \cdot \eta_f \cdot \eta_\delta, \quad (1.53)$$

где $\eta_f = \frac{P_T}{P_k} = \frac{P_T}{P_T + G(f_T \pm i)}$ – КПД, учитывающий потери на перекачивание трактора;

$\eta_\delta = 1 - \frac{\delta}{100}$ – КПД, учитывающий потери мощности на буксование;

$$\delta = \frac{n_{k_p} - n_{k_x}}{n_{k_p}} \cdot 100 \text{ – буксование движителей (\%), для которого су-}$$

ществует понятие «допустимое буксование»: до 15 % – колесные тракторы, до 5 % – гусеничные тракторы;

n_{k_p} и n_{k_x} – соответственно среднее количество оборотов ведущих колес трактора на рабочем и холостом ходах при проходе зачетного в эксперименте пути.

Для тягово-приводных агрегатов определяют общий или полный КПД трактора

$$\eta_{\text{гп}} = \frac{N_T + N_{\text{взм}}}{N_{e_n}}. \quad (1.54)$$

В дополнении к указанным выше показателям использования мощностных возможностей трактора в расчетах применяется:

условный тяговый КПД

$$\eta_T = \frac{N_T}{N_{e_n}}; \quad (1.55)$$

коэффициент использования максимальной тяговой мощности

$$\eta_{N_r} = \frac{N_r}{N_{r_{\max}}}. \quad (1.56)$$

Задачи к подразделу 1.1

1.1.1. Удельный эффективный расход топлива двигателя равен 250 г/кВт·ч. Определить эффективную мощность двигателя, если часовой расход топлива составляет 14,3 кг.

Ответ: 57,2 кВт.

1.1.2. Эффективный крутящий момент двигателя равен 0,329 кНм. Какой должна быть частота вращения коленчатого вала двигателя, чтобы он развил мощность 75,8 кВт?

Ответ: 36,69 с⁻¹.

1.1.3. Какова максимальная величина эффективного крутящего момента двигателя, если его номинальное значение 0,87 кНм, а коэффициент приспособляемости двигателя по крутящему моменту 1,2?

Ответ: 1,044 кНм.

1.1.4. Разгон регулятора топливного насоса 180 мин⁻¹. Номинальная частота вращения коленвала двигателя на холостом ходу равны соответственно 2000 и 2180 мин⁻¹. Определить степень неравномерности работы всережимного регулятора.

Ответ: 0,09.

1.1.5. Коэффициент приспособляемости двигателя по оборотам 1,1, а номинальная частота вращения коленвала 1700 мин⁻¹. Какова частота вращения коленвала при максимальном моменте двигателя?

Ответ: 1545 мин⁻¹.

1.1.6. Определить механический КПД трансмиссии колесного трактора, если при его работе находятся в зацеплении 4 пары цилиндрических и 1 пара конических зубчатых колес. КПД одной пары цилиндрических и зубчатых колес принять равным 0,98.

Ответ: 0,90.

1.1.7. Радиус качения пневматической шины равен 0,568 м, а высота профиля шины 0,216 м. Определить коэффициент усадки шины, если радиус стального обода 0,406 м.

Ответ: 0,75.

1.1.8. Определить номинальную касательную силу тяги трактора при работе его в составе тягового агрегата, если номинальная мощность двигателя 19 кВт, номинальная частота вращения коленвала 30 с⁻¹, радиус качения ведущих колес 0,41 м, механический КПД трансмиссии 0,92, а передаточное число трансмиссии 34,2.

Ответ: 7,73 кН.

1.1.9. Во сколько раз уменьшится касательная сила тяги трактора по условиям задачи 1.1.8, если агрегат является тягово-приводным, с ВОМ отбирается 2 кВт и КПД ВОМ принять равным 0,95?

Ответ: 1,13.

1.1.10. Сила сцепления движителей трактора с почвой 26 кН. Касательная сила тяги для тех же условий 31 кН. Чему равна движущая сила трактора в составе агрегата?

Ответ: 26 кН.

1.1.11. Эксплуатационный вес трактора 80 кН. Определить силу сцепления гусеничного трактора с почвой на горизонтальном участке, если коэффициент сцепления движителей с почвой равен 0,86, а направления тягового сопротивления агрегата и тягового усилия совпадают.

Ответ: 68,8 кН.

1.1.12. Эксплуатационный вес трактора с одной ведущей осью 32 кН. Радиус качения пневматической ведущей колес — 0,72 м. Определить силу сцепления ходового аппарата с почвой, если продольная база трактора 2,37 м, коэффициент сцепления колес с почвой 0,84, а центр тяжести трактора находится на 1/3 продольной базы от ведущей оси. Уклоном местности пренебречь.

Ответ: 24 кН.

1.1.13. Касательная сила тяги трактора 28 кН, сила сцепления движителей с почвой 23 кН. Определить тяговое усилие трактора на горизонтальном участке, если вес трактора 37 кН, а коэффициент сопротивления перекатыванию трактора 0,11.

Ответ: 18,93 кН.

1.1.14. Определить касательную силу тяги, не использованную по сцеплению, по условиям предыдущей задачи (№1.1.13)

Ответ: 5 кН.

1.1.15. Тяговое сопротивление агрегата 18 кН, а тяговое усилие трактора 25 кН. Какова величина тягового усилия трактора, не использованная по загрузке?

Ответ: 7 кН.

1.1.16. Определить тяговое сопротивление комбинированного почвообрабатывающего агрегата АКШ-7,2 на рабочем ходу, если его вес составляет 39 кН, уклон местности 2% и удельное сопротивление почвы 2 кН/м.

Ответ: 15,18 кН.

1.1.17. Определить тяговое сопротивление агрегата по условиям задачи 1.1.16 на холостом ходу, если коэффициент сопротивления перекатыванию агрегата равен 0,14.

Ответ: 6,24 кН.

1.1.18. Определить тяговое сопротивление плуга ПН-8-35У на рабочем ходу, если вес плуга 21 кН, глубина вспашки 0,22 м, уклон мест-

ности 3% и коэффициент, учитывающий вес почвы на корпусах плуга равен 1,1. Удельное сопротивление почвы принять равным 47 кПа.

Ответ: 29,65 кН.

1.1.19. Темп нарастания удельного тягового сопротивления почвы при дисковании можно принять равным 3%. Рекомендуемая скорость движения при дисковании 6-12 км/ч. Во сколько раз увеличится удельное сопротивление почвы при дисковании в интервале указанных скоростей, если удельное сопротивление почвы при скорости 6 км/ч принять равным 1 кН/м?

Ответ: 1,18.

1.1.20. Тяговое сопротивление плуга ПКМ-5-35В составляет 26 кН. Определить удельное сопротивление почвы, если глубина вспашки 0,25 м. Влияние веса плуга не учитывать.

Ответ: 59 кПа.

1.1.21. Максимальное и минимальное значение тягового сопротивления машины равно 2,2 и 1,5 кН соответственно. Определить степень неравномерности сопротивления.

Ответ: 0,40.

1.1.22. Номинальное тяговое усилие трактора 50 кН. Тяговое сопротивление агрегата 45 кН. Определить величину тягового усилия (кН), неиспользуемую по загрузке трактора.

Ответ: 5 кН.

1.1.23. Номинальная эффективная мощность двигателя 150 кВт, а его рабочая эффективная мощность 120 кВт. Определить загрузку двигателя по мощности.

Ответ: 0,8.

1.1.24. Сцепной вес трактора 60 кН, а максимальная сила сцепления ходового аппарата с почвой 48 кН. Чему равен коэффициент сцепления?

Ответ: 0,8.

1.1.25. Тяговая мощность трактора 60 кВт, а номинальная мощность двигателя трактора при его работе в составе тягового агрегата 75 кВт. Чему равен полный КПД трактора?

Ответ: 0,8.

1.1.26. Определить силу тяги трактора на горизонтальном участке, если движущая сила трактора 56 кН, а сопротивление качению трактора 15 кН.

Ответ: 41 кН.

1.1.27. Определить рабочее тяговое сопротивление картофелекопателя на горизонтальном участке, если его ширина захвата 1,4 м, а удельное сопротивление 5 кН/м.

Ответ: 7 кН.

1.1.28. Максимальное и минимальное тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины равно соответственно 21 и 19 кН. Какова величина среднего сопротивления сельскохозяйственной машины?

Ответ: 20 кН.

1.1.29. Буксование тракторного движителя 12 %. Чему равен КПД буксования?

Ответ: 0,88.

1.1.30. Каково удельное сопротивление почвы при вспашке старопахотных земель в эталонных условиях?

Ответ: 50 кПа.

1.1.31. Определить тяговое рабочее сопротивление посевного агрегата на горизонтальном участке, если его ширина захвата 3 м, а удельное сопротивление при посеве 2 кН/м.

Ответ: 6 кН.

1.1.32. Высота профиля шины 0,2 м, радиус стального обода колеса 0,55 м, а коэффициент усадки шины 0,8. Определить радиус качения колеса.

Ответ: 0,71 м.

1.1.33. Сопротивление перекачиванию сельскохозяйственной машины 5 кН. Вес сельскохозяйственной машины 25 кН. Определить коэффициент сопротивления перекачиванию.

Ответ: 0,2.

1.1.34. Удельное сопротивление культиватора 2 кН/м, а его ширина захвата 4 м. Определить сопротивление культиватора на горизонтальном участке.

Ответ: 8 кН.

1.1.35. Рабочий крутящий момент двигателя 240 Нм, а его эффективный номинальный момент – 300 Нм. Определить коэффициент загрузки двигателя по моменту.

Ответ: 0,8.

1.1.36. Определить сопротивление качению трактора на горизонтальном участке пути, если его вес 33 кН, а коэффициент сопротивления качению равен 0,1.

Ответ: 3,3 кН.

1.1.37. Двигатель трактора с номинальной мощностью 100 кВт. загружен на 80%. Определить рабочую мощность двигателя.

Ответ: 80 кВт.

1.1.38. Расход топлива двигателя равен 0,6 л/мин. Рассчитать мощность, развиваемую двигателем, если установлено, что удельный расход топлива при тех же условиях равен 288 г/кВт·ч. Плотность топлива принять равной 0,97 т/м³.

Ответ: 100 кВт.

1.1.39. Частота вращения коленчатого вала двигателя 30 с^{-1} . Какой крутящий момент он может обеспечить при коэффициенте загрузки по мощности 0,9, если известно, что номинальная эффективная мощность двигателя составляет 60 кВт?

Ответ: 0,287 кН·м.

1.1.40. Определить фактическую частоту вращения коленчатого вала двигателя, если коэффициент загрузки по мощности равен 0,96, а коэффициент загрузки по крутящему моменту – 0,92. Номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя – 30 с^{-1} .

Ответ: 28,75 с^{-1} .

1.1.41. Рассчитать частоту вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу, если известно, что номинальная частота вращения коленчатого вала – 35 с^{-1} , а степень неравномерности работы всережимного регулятора – 0,07.

Ответ: 37,54 с^{-1} .

1.1.42. Коэффициент приспособляемости двигателя по оборотам – 1,2, а номинальный эффективный крутящий момент – 0,25 кН·м. Определить номинальную эффективную мощность двигателя, если частота вращения коленчатого вала при максимальном эффективном крутящем моменте составляет 20 с^{-1} .

Ответ: 37,68 кВт.

1.1.43. Каков должен быть коэффициент неравномерности тягового сопротивления рабочей машины, чтобы при коэффициенте приспособляемости по моменту равном 1,1 допустимый коэффициент загрузки двигателя по моменту составил бы 0,95?

Ответ: 0,246.

1.1.44. Рассчитать мощность, развиваемую двигателем при максимальном эффективном крутящем моменте, если коэффициент приспособляемости по моменту – 1,2, коэффициент приспособляемости по оборотам – 1,4, а номинальная эффективная мощность двигателя – 60 кВт.

Ответ: 51,42 кВт.

1.1.45. Рассчитать коэффициент загрузки двигателя по мощности при коэффициенте загрузки по крутящему моменту 0,9 и частоте вращения коленчатого вала 30 с^{-1} , если номинальная эффективная мощность двигателя равна 70 кВт при номинальной частоте вращения коленчатого вала 35 с^{-1} .

Ответ: 0,772.

1.1.46. Рассчитать коэффициент приспособляемости двигателя по оборотам, если известно, что номинальная эффективная мощность составляет 75 кВт при номинальном эффективном крутящем моменте 0,25 кН·м, а частота вращения коленчатого вала при максимальном эффективном крутящем моменте равна 35 с^{-1} .

Ответ: 1,365.

1.1.47. Определить часовой расход топлива двигателя при максимальном эффективном крутящем моменте равном $0,33 \text{ кН}\cdot\text{м}$ и соответствующей ему частоте вращения коленчатого вала 33 с^{-1} , если удельный эффективный расход топлива при этом составляет $260 \text{ г/кВт}\cdot\text{ч}$.

Ответ: 16,16 кг/ч.

1.1.48. Движущая сила трактора равна 28 кН . Определить силу сопротивления перекачиванию трактора на горизонтальном участке пути, если тяговое усилие равно 26 кН .

Ответ: 2 кН.

1.1.49. Определить тяговое усилие трактора Беларус 1221 (вес 49 кН) при коэффициенте сцепления $0,6$ и коэффициенте сопротивления перекачиванию $0,15$ при движении по горизонтальному участку, если известно, что касательная сила тяги трактора равна 35 кН .

Ответ: 22,05 кН.

1.1.50. Чему равен тяговый КПД трактора при работе с сельскохозяйственной машиной с полным тяговым сопротивлением 30 кН на скорости 8 км/ч , если затрачиваемая при этом мощность двигателя составляет 130 кВт ?

Ответ: 0,513.

1.1.51. Определить интервал значений коэффициента сцепления колесного трактора, при котором его движущая сила будет равна касательной силе тяги, если известно, что вес трактора – 60 кН , касательная сила тяги – 30 кН .

Ответ: $\mu > 0,5$.

1.1.52. Установлено, что фактическая частота вращения коленчатого вала двигателя Д-243 равна 2270 мин^{-1} . Рассчитать значение коэффициента загрузки двигателя по мощности в таких условиях, если:

номинальная мощность двигателя равна $58,9 \text{ кВт}$,
номинальная частота вращения коленчатого вала – 2200 мин^{-1} ,
максимальная частота вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу – 2350 мин^{-1} .

Ответ: 0,53.

1.1.53. По расходомеру установлено, что минутный расход топлива двигателя Д-260.2 – 320 г/мин . Определить фактическое значение мощности, реализуемой двигателем в таком режиме, если известно, что:

номинальная мощность двигателя – 96 кВт ,
удельный расход топлива при номинальной мощности – $226 \text{ г/кВт}\cdot\text{ч}$,
часовой расход топлива при максимальных оборотах холостого хода двигателя – $5,4 \text{ кг/ч}$.

Двигатель работает в регуляторной зоне при полной подаче топлива.

Ответ: 81,3 кВт.

1.1.54. Рассчитать коэффициент загрузки двигателя по крутящему моменту, если при выполнении культивации частота вращения двигателя Д-260.6 TURBO трактора Беларусь 1523 составила 2160 мин⁻¹. Известно, что:

максимальный крутящий момент – 596,8 Нм,
коэффициент приспособляемости двигателя по крутящему моменту – 1,14,
неравномерность действия регулятора при полной подаче топлива – 0,075,
номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя – 2100 мин⁻¹.

Ответ: 0,63.

1.1.55. По расходомеру установлен минутный расход топлива двигателя Рerkins 1006-6T трактора Беларусь 1221 – 300 г/мин. Определить коэффициент загрузки двигателя по крутящему моменту если известно:

двигатель работает в регуляторной зоне при полной подаче топлива;
номинальная мощность – 96 кВт;
номинальный удельный расход топлива – 210 г/кВт·ч;
расход топлива при максимальных оборотах холостого хода двигателя – 4 кг/ч.

Ответ: 0,87.

1.1.56. Рассчитать степень перегрузки (%) двигателя Д-245.5 трактора Беларусь 952, если тахометр показывает частоту вращения коленчатого вала двигателя 1400 мин⁻¹. Известно, что:

номинальная мощность двигателя – 66 кВт;
номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя – 1800 мин⁻¹;
коэффициент приспособляемости двигателя по оборотам – 1,5;
коэффициент приспособляемости двигателя по крутящему моменту – 1,1.

Ответ: 6,7%.

1.1.57. Определить допустимые (по условию рациональной загрузки) значения коэффициентов использования крутящего момента и мощности двигателя Д-242 трактора Беларусь 520 при работе его в составе культиваторного агрегата при неравномерности тягового сопротивления, приведенного к валу двигателя – 0,4. Известно:

номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя – 1800 мин⁻¹;

неравномерность действия регулятора – 0,08;
номинальная мощность двигателя – 46 кВт.

Ответ: 0,87 и 0,81.

1.1.58. Определить касательную силу тяги и соответствующую ей рабочую скорость трактора Беларусь 820 на 6-й передаче основного диапазона (передаточное число трансмиссии - 49,1) при условии, что крутящий момент двигателя равен среднему моменту сил сопротивления при неравномерности - 0,3. Известно:

номинальная мощность двигателя – 58,9 кВт;
номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя – 2200 мин⁻¹;

максимальная частота вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу – 2350 мин⁻¹;

радиус качения ведущих колес – 0,72 м;

КПД трансмиссии – 0,91;

буксование – 10%.

При решении использовать условие рациональной загрузки двигателя.

Ответ: 14 484 Н и 11 км/ч.

1.1.59. Известно, что трактор Беларусь 1221 работает в условиях достаточного сцепления на 3-ей передаче 3-го диапазона (передаточное число трансмиссии - 54,4). Условия работы характеризуются также коэффициентом сопротивления качению 0,12 и уклоном в направлении движения 4 %. Рассчитать значение условного тягового КПД трактора, если степень неравномерности тягового сопротивления - 0,4, а средний момент сил сопротивления определяется условием рациональной загрузки. Исходные данные:

вес трактора - 49 кН;

радиус качения ведущих колес - 0,797 м;

КПД трансмиссии - 0,9;

КПД буксования - 0,85;

номинальная мощность двигателя – 96 кВт;

номинальная частота вращения коленвала двигателя – 2100 мин⁻¹;

степень неравномерности действия регулятора - 0,075.

Ответ: 0,45.

1.1.60. Определить интервал значений передаточного числа трансмиссии трактора Беларусь 1221 (вес 49 кН,) при которой в заданных условиях он будет работать в зоне достаточного сцепления.

Исходные данные:

радиус колеса - 0,75 м;

КПД трансмиссии - 0,91;

коэффициент сцепления - 0,7;

неравномерность тягового сопротивления - 0,3, а крутящий момент двигателя равен допустимому моменту сил сопротивления, опережаемому по условию рациональной загрузки;

номинальная мощность двигателя – 96 кВт;
номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя – 2100 мин⁻¹;
уклон - 0%.

Ответ: <70,85.

1.1.61. Определить тяговое усилие трактора Беларус 820 на горизонтальном участке при следующих условиях: задние ведущие колеса за 1 мин совершают 38,5 оборотов.

радиус качения задних ведущих колес - 0,71 м;
КПД трансмиссии – 0,9;
масса трактора – 3410 кг;
коэффициент сцепления – 0,6;
коэффициент сопротивления качению – 0,12;
номинальная мощность двигателя – 58,9 кВт;
номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя – 2200 мин⁻¹.

Ответ: 15,4 кН.

1.1.62. Рассчитайте соотношение тяговых усилий тракторов Беларус 1221 на одинарных и сдвоенных колесах, если известно:

вес трактора – 43,7 кН;
радиус колес – 0,75 м;
передаточное число трансмиссии – 54,4;
коэффициенты сцепления на одинарных и сдвоенных колесах - 0,6 и 0,75 соответственно;
коэффициенты сопротивления качению на одинарных и сдвоенных колесах - 0,16 и 0,1 соответственно;
номинальный крутящий момент двигателя – 436 Нм;
КПД трансмиссии – 0,9;
Уклоном местности пренебречь.

Ответ: 0,8.

1.1.63. Определить коэффициент сопротивления качению трактора Беларус 320, работающего на прокультивированном поле при буксовании, равном 22%. Известно, что реализуемое им тяговое усилие в этих условиях составляет 5,9 кН, а уклон равен 0. Коэффициент сцепления - 0,56, вес трактора - 16,4 кН.

Ответ: 0,2.

1.1.64. При каком передаточном числе трансмиссии на стерне нормальной влажности в условиях достаточного сцепления на горизонтальном участке трактор Беларус 820 тягового класса 1,4 (нор-

мативное тяговое усилие -14 кН) будет соответствовать тяговому классу 2 (нормативное тяговое усилие -20 кН)? Известно:
коэффициент сопротивления качению $-0,1$;
вес трактора $-33,45$ кН;
номинальная мощность двигателя $-58,9$ кВт;
номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя -2200 мин⁻¹;
КПД трансмиссии $-0,9$;
радиус качения задних ведущих колес $-0,7$ м.

Ответ: 67,9.

1.1.65. При каком коэффициенте сцепления трактор Беларус 1221, находясь на ровной горизонтальной поверхности в условиях недостаточного сцепления, может достичь тяговых показателей соответствующих 3-му тяговому классу (нормативное тяговое усилие 30 кН)? Известно:

вес трактора $-43,7$ кН;
сопротивление качению трактора $-2,6$ кН.

Ответ: 0,75.

1.1.66. При каком передаточном числе трансмиссии трактор Беларус 1221 (вес $43,7$ кН), находясь в условиях достаточного сцепления, сможет буксировать трактор К-701 (вес $125,5$ кН) на стерне нормальной влажности?

Известно:
номинальная мощность двигателя -96 кВт;
радиус колеса $-0,75$ м;
номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя -2100 мин⁻¹;
КПД трансмиссии $-0,91$;
коэффициент сопротивления качению $-0,08$ (одинаковый для обоих тракторов);
коэффициент увеличения силы сопротивления качению при трогании трактора с места $-2,5$.

Ответ: 50,66.

1.1.67. Трактор Беларус 820 проходит контрольный участок длиной 500 м за 212 с, двигаясь на 5-ой передаче, в режиме, определяемой частотой вращения коленчатого вала двигателя 2250 мин⁻¹ при полной подаче топлива. Определить величину буксования двигателя трактора (%), если известно:

радиус задних ведущих колес $-0,71$ м;
передаточное число трансмиссии на 5-ой передаче $-57,5$.

Ответ: 18,8%.

1.1.68. За 2 мин. ведущие колеса трактора Беларусь 1221 при его движении совершат 50 полных оборотов. За это же время трактор проходит расстояние 200 м, двигаясь на второй передаче второго диапазона. Определить мощность двигателя, затрачиваемую на буксование на горизонтальном участке, если известно:

коэффициент сцепления с почвой - 0,5;
масса трактора - 5000 кг;
передаточное число трансмиссии - 107,6;
радиус качения ведущих колес - 0,75 м;
КПД трансмиссии - 0,9;
номинальная мощность двигателя - 96 кВт;
номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя - 2100 мин⁻¹.

Ответ: 7,5 кВт.

1.1.69. При движении трактора Беларусь 820 по горизонтальной поверхности частота вращения коленчатого вала по тахометру составила 2250 мин⁻¹.

В тех же условиях, но только при движении на подъем, определяемый углом $\alpha=6^\circ$, частота вращения двигателя составила 2230 мин⁻¹. И в том, и в другом случае подача топлива - полная. Определить вес трактора, если известно:

номинальная мощность двигателя - 58,9 кВт;
номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя - 2200 мин⁻¹;
частота вращения коленвала на холостом ходу двигателя - 2350 мин⁻¹;
рабочая скорость трактора - 7,5 км/ч.

Ответ: 34,4 кН.

1.1.70. При вспашке агрегатом Беларусь 1221+ПЛН-4-35 коэффициент загрузки двигателя по мощности составил 0,9, а уклон равен 0. Известно:

номинальная мощность двигателя - 96 кВт;
номинальная частота вращения коленчатого вала - 2100 мин⁻¹;
частота вращения коленчатого вала на холостом ходу двигателя - 2275 мин⁻¹;
буксование двигателя - 12%;
радиус ведущих колес - 0,75 м;
условный тяговый КПД - 0,65;
затраты мощности на качение трактора - 12 кВт;
передаточное число трансмиссии - 65,7;
мощность, не используемая по условиям сцепления - 0;
КПД трансмиссии - 0,85;

Определить движущую силу.

Ответ: 23,7 кН.

1.1.71. Рассчитать запас тяговой силы трактора Беларус 820, который может быть использован для преодоления кратковременных увеличений тягового сопротивления без переключения передачи, при следующих условиях:

коэффициент сцепления – 0,53;
коэффициент сопротивления качению – 0,05;
вес трактора – 34 кН;
уклон – 0;
номинальная мощность двигателя – 58,9 кВт;
номинальная частота вращения коленчатого вала – 2200 мин⁻¹;
коэффициент приспособляемости двигателя по крутящему моменту – 1,15;
рабочая передача – 6-ая, передаточное число – 49,1;
радиус ведущих колес – 0,7 м;
КПД трансмиссии – 0,9.

Ответ: 1,9 кН.

1.1.72. При комбинированной предпосевной обработке почвы условный тяговый КПД трактора Беларус 1221 составил 0,55, а значение тягового КПД было равно 0,65. Рассчитать часовой расход топлива при таких условиях. Известны также:

часовой расход топлива на номинальных оборотах двигателя – 20,8 кг/ч;
часовой расход топлива на оборотах холостого хода двигателя – 5,2 кг/ч.

Ответ: 18,5 кг/ч.

1.2. Комплектование агрегатов

Аналитический метод определения состава простого тягового агрегата:

1. Исходя из агротребований и особенно требований качества, выбирается тип сельскохозяйственной машины или орудия.

2. Определяют диапазон рабочих передач трактора в соответствии с пределом допустимых скоростей по агротехнике.

3. Для выбранных передач определяется номинальное тяговое усилие трактора с учетом угла склона (подъема) и почвенных условий $P_{Тн}^{\alpha}$:
– расчетным путем

$$P_{Тн}^{\alpha} = P_{дв} - (P_f \pm P_{\alpha}) = P_{дв} - G_T \left(f_T + \frac{i}{100} \right); \quad (1.57)$$

– по тяговой характеристике для данных условий

$$P_{Тн}^{\alpha} = P_{Тн} - G_T \frac{i}{100} \quad (1.58)$$

– по паспортным данным трактора, где эти значения даны для стерни нормальной влажности. Тогда для конкретного фона

$$P_{Тн}^{\alpha} = P_{Тн} - G_T \left(f_{Тф} \pm \frac{i}{100} \right), \quad (1.59)$$

где $f_{Тф}, f_T$ – коэффициенты сопротивления качению трактора на данном агрофоне и стерне нормальной влажности.

4. Определяется максимально возможная ширина захвата агрегата

$$b_{\max} = \frac{P_{Тн}^{\alpha} - R_c}{k_v + g_m \frac{i}{100}}, \quad (1.60)$$

где R_c – сопротивление сцепки (предварительно выбирается $R_c \approx 1,5$ кН);

k_v – удельное сопротивление машины, кН/м;

$g_m = \frac{G_m}{b}$ – вес машин, приходящийся на 1 м ширины захвата, кН/м.

5. Выбирается тип, марка машины, определяется ее фактическая ширина захвата.

6. Определяется число машин в агрегате

$$n_{\max} = \frac{b_{\max}}{b}, \quad (1.61)$$

где b – конструктивная ширина захвата машины, м.

7. Уточняется фактическое число машин в агрегате $n_{\phi} \leq n_{\max}$, т.е.

n_{ϕ} должно быть целым числом.

Если дробное число, то округляется до целого в меньшую сторону.

8. Определяется потребный фронт сцепки

$$b_c = b(n_\phi - 1). \quad (1.62)$$

9. Выбирается сцепка с конкретным фронтом и ее марка.

10. На каждой из выбранных передач определяется тяговое сопротивление агрегата

$$R_a = k_v b + G_c f_c \pm G_a \frac{i}{100}, \quad (1.63)$$

где $k_{v,b} = \sum k_{v_i} b_i n_{iM}$; $G_a = G_M n_M + G_c$.

11. Определяются оценочные показатели рациональности состава агрегата:

– коэффициент использования тягового усилия трактора

$$\eta_{P_T} = \frac{R_a}{P_{T_n}^\alpha} \text{ – для тягового агрегата;}$$

$$\eta_{P_T} = \frac{R_{a_{np}}}{P_{T_n}^\alpha} \text{ – для тягово-приводного агрегата;}$$

– коэффициент использования тяговой мощности трактора

$$\eta_{N_T} = \frac{N_T}{N_{T_{max}} - N_\alpha}. \quad (1.64)$$

Если расчеты проведены правильно, всегда $\eta_{N_T} > \eta_{P_T}$.

– коэффициент загрузки двигателя по мощности:

$$\eta_{N_e} = \frac{N_{e_p}}{N_{e_n}}, \quad (1.65)$$

где $N_{e_p} = \frac{(R_a + P_f \pm P_\alpha)v_p}{\eta_{M_T} \cdot \eta_\delta} + \frac{N_{вoм}}{\eta_{вoм}}$ – загрузка двигателя на рабочем режиме.

12. Уточняют рабочую скорость движения на выбранной передаче:

- по тяговой характеристике
- расчетным путем

$$v_p = v_T \frac{n}{n_n} \left(1 - \frac{\delta}{100}\right);$$
$$n_d = n_n + (n_x - n_n) \frac{P_{нс} + P_{нз}}{P_{к_n}}, \quad (1.66)$$

где v_T – теоретическая скорость движения, м/с;

n_n и n – соответственно номинальная и фактическая частота вращения коленвала, об/мин;

δ – буксование, %.

13. Определяются технико-экономические показатели:

- производительность;
- затраты труда;
- гектарный расход топлива;
- стоимость механизированных работ.

За основную рабочую передачу принимается та, где технико-экономические показатели лучше.

Особенности расчета состава пахотного агрегата.

Необходимое количество плужных корпусов

$$n_k = \frac{P_{T_n}^{\alpha}}{k_{пл} \cdot a \cdot b_k + c \cdot g_{пл} \cdot b_k \cdot \frac{i}{100}}, \quad (1.67)$$

где $g_{пл}$ – вес плуга, приходящийся на метр его захвата, кН/м (принимается предварительно);

$k_{пл}$ – удельное сопротивление почв при вспашке, кПа;

a и b_k – соответственно глубина вспашки и ширина захвата корпуса плуга, м;

c – коэффициент, учитывающий вес почвы на корпусах плуга.

Затем выбирают марку плуга и определяют его сопротивление.

Особенности расчета состава комплексных (комбинированных) тяговых агрегатов. Такой агрегат включает машины различных типов. Поэтому наибольшая ширина захвата

$$b_{max} = (P_{T_n}^{\alpha} - R_{сц}) / \Sigma(k_{o_i} + g_{M_i} \cdot \frac{i}{100}), \quad (1.68)$$

где k_{o_i}, g_{M_i} – соответственно удельное тяговое сопротивление и удельный вес различных машин, которые входят в состав комплексного агрегата.

Количество машин каждого типа в агрегате рассчитывают по уравнению $n_{M_i} = b_{max} / b_i$ (b_i – ширина захвата одной машины i -й марки).

Ширина захвата каждого типа машин должна быть примерно одинаковой и равняться общей ширине захвата комплексного агрегата, т.е.

$$b \approx b_1 \cdot n_{M_1} \approx b_2 \cdot n_{M_2} \approx b_i \cdot n_{M_i}. \quad (1.69)$$

Тяговое сопротивление комплексного агрегата вычисляют по формуле

$$R_a = \Sigma k_i \cdot b_i \cdot n_{M_i} \pm \Sigma G_{M_i} \cdot n_{M_i} \cdot i + R_{сц}. \quad (1.70)$$

Особенности расчета состава транспортных МТА. При комплектовании транспортного агрегата вместо количества рабочих машин определяют количество прицепов в составе поезда, которое может транспортировать трактор на одной из высших передач.

Сначала на выбранных транспортных передачах рассчитывают максимальный вес тракторного поезда (кН) с учетом повышенного сопротивления при трогании с места

$$G_{\max} = (P_{\kappa_n} - G_T \cdot f_T \cdot a_{T_p}) / (f_{\text{пр}} \cdot a_{\text{пр}}) \quad (1.71)$$

или

$$G_{\max} = (P_{\kappa_n} - G_T \cdot f_T \cdot (a_{T_p} - 1)) / (f_{\text{пр}} \cdot a_{\text{пр}}), \quad (1.72)$$

где $f_{\text{пр}}$ – коэффициент сопротивления перекачиванию прицепа, который в зависимости от группы и состояния дорог равен 0,05–0,15;

$a_{T_p}, a_{\text{пр}}$ – коэффициенты, которые учитывают повышение сопротивления качению трактора и прицепа при трогании с места.

Количество прицепов в составе тракторного поезда

$$n_{\text{пр}} = G_{\max} / (G_{\text{пр}} + 10 \cdot q_{n_t} \cdot \gamma_c), \quad (1.73)$$

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

q_{n_t} – номинальная грузоподъемность прицепа, т;

γ_c – коэффициент использования грузоподъемности прицепа.

Количество прицепов округляют в меньшую сторону и определяют среднее сопротивление транспортного агрегата

$$R_{a_T} = G_{\text{пр}}^{\text{гп}} \cdot n_{\text{пр}} \left(f_{\text{пр}} \pm \frac{i}{100} \right), \quad (1.74)$$

где $G_{\text{пр}}^{\text{гп}} = G_{\text{пр}} + 10 \cdot q_{n_t} \cdot \gamma_c$ – вес прицепа с грузом, кН.

Тракторный поезд нужно проверить на достаточность сцепления ходового аппарата трактора с дорогой (особенно при трогании с места по влажной грунтовой дороге и др.)

$$F_{c_n} - G_T (f_T \cdot a_{T_p} + i) \geq G_{\text{пр}}^{\text{гп}} \cdot n_{\text{пр}} \left(f_{\text{пр}} \cdot a_{\text{пр}} + \frac{i}{100} \right). \quad (1.75)$$

Выбор скоростного режима работы агрегатов.

Для выбора оптимального скоростного режима нужно определить допустимые скорости движения агрегата.

1. *Агротехнически допустимая скорость движения МТА* (максимальная) $v_{\text{pmax}}^{\text{агр}}$ устанавливается на основе опытных данных и приводится в заводских инструкциях и рекомендациях.

2. *Максимально допустимая скорость движения агрегата* (м/с), исходя из пропускной способности основного рабочего органа (молотилки, измельчающего аппарата и т.д.)

$$v_{\text{pmax}}^{\text{агр}} = \frac{10q_n}{B_p H}, \quad (1.76)$$

где q_n – максимальная пропускная способность машины, кг/с;

B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м;

H – биологическая урожайность культуры, норма внесения материала и т.д., т/га.

Биологическую урожайность той или иной культуры (т/га) рассчитывают по формуле

$$H = h(1 + \delta_c), \quad (1.77)$$

где h – урожайность основной продукции (зерна и т.п.), т/га;

δ_c – доля побочной продукции (соломы и т.п.).

Допустимую скорость по пропускной способности определяют для зерно-, силосо-, картофеле-, льноуборочных и других комбайнов, а также машин для внесения твердых и жидких органических удобрений, пресс-подборщиков, подборщиков-уплотнителей, косилок-измельчителей и некоторых других машин.

3. Максимально возможная скорость агрегата по загрузке двигателя определяется из выражения:

для тягово-приводного агрегата

$$v_{P_{\max}}^{N_e} = \frac{(N_{e_n} \cdot \eta_{N_e} - N_{\text{ВОМ}} / \eta_{\text{ВОМ}}) \eta_{\text{МГ}} \cdot \eta_{\delta}}{R_a + G_t (f_T \pm i)}, \quad (1.78)$$

для самоходного агрегата

$$v_{P_{\max}}^{N_e} = (N_{e_n} \eta_{N_e} - N_{\text{ВОМ}} / \eta_{\text{ВОМ}}) \eta_{\text{МГ}} \eta_{\delta} \eta_{\text{ГП}} \eta_{\text{ГД}} / R_M, \quad (1.79)$$

где η_{N_e} – коэффициент допустимой загрузки двигателя (в зависимости от технологического процесса он равен 0,8–0,95);

$N_{\text{ВОМ}}$ – мощность, необходимая для привода рабочих органов машины, кВт (приводится в справочниках или определяется расчетным путем);

$\eta_{\text{ВОМ}}$ – КПД вала отбора мощности ($\eta_{\text{ВОМ}} = 0,94 - 0,96$);

$\eta_{\text{МГ}}$ – КПД трансмиссии трактора (для энергонасыщенных тракторов можно принять в пределах 0,75–0,80; для старых марок тракторов – 0,8–0,85);

η_{δ} – КПД буксования трактора при рабочем ходе агрегата (для конкретных условий определяется по тяговой характеристике трактора при $P_T = R_a$);

R_a – рабочее сопротивление агрегата, кН;

G – вес трактора, кН;

f_T – коэффициент сопротивления перекачиванию трактора (приводится в справочной литературе);

i – уклон местности, %;

$\eta_{\text{кпд}}$ – КПД клиноременной передачи [7];

$\eta_{\text{гпд}}$ – КПД гидропривода [7].

Из трех или двух определенных таким образом скоростей движения агрегата выбирают наименьшую.

Задачи к подразделу 1.2

1.2.1. Определить фронт сцепки, если ширина захвата одной машины 3 м, а число машин в агрегате – 3.

Ответ: 6 м.

1.2.2. Посевной агрегат состоит из двух сеялок, каждая из которых имеет ширину захвата 3,6 м. Какова ширина захвата посевного агрегата (м)?

Ответ: 7,2 м.

1.2.3. Урожайность ячменя 4 т/га, а коэффициент соломистости равен 1. Чему равна биологическая урожайность хлебной массы?

Ответ: 8 т/га.

1.2.4. Определить какой из комбинированных агрегатов (АКШ-3,6; АКШ-4; АКШ-6; АКШ-7,2) наиболее рационально использовать с трактором Беларус 1221 на 10-ой передаче при скорости 8,5 км/ч, если известно:

удельное сопротивление обработке почвы на заданной скорости – 3,3 кН/м;

номинальное тяговое усилие – 22,4 кН;

нормативный коэффициент использования номинального тягового усилия – 0,9.

Ответ: АКШ-6.

1.2.5. Определить коэффициент использования номинального тягового усилия трактора Беларус 892, работающего на 6-ой передаче в составе посевного машинно-тракторного агрегата с сеялкой СЗТ-3,6, если известно:

вес трактора 32,8 кН,

удельное тяговое сопротивление сеялки - 1,9 кН/м,

уклон - 4%,

вес сеялки с семенами и удобрениями – 11 кН,

номинальное тяговое усилие – 12 кН.

Ответ: 0,68.

1.2.6. Определить рациональный состав (количество борон) машинно-тракторного агрегата, состоящего из трактора Беларус 800, прицепной сцепки и зубовых борон БЗ-1, работающего на довсходовом бороновании, если известно, что трактор развивает номинальное тяговое усилие на 4-ой передаче 14,7 кН при скорости 7,05 км/ч, вес

цепки - 4 кН, коэффициент сопротивления перекачиванию цепки - 0,23, удельное тяговое сопротивление зубовых борон при заданных условиях равно - 0,6 кН/м. Уклон отсутствует.

Ответ: 22 бороны.

1.2.7. Рассчитать значение коэффициента использования номинального тягового усилия на пятой передаче трактора Беларус 820 (номинальное тяговое усилие на этой передаче равно 14,8 кН), если известно, что он работает в составе агрегата Беларус 820+СП-11+5-ЗБП-0,6, а удельное тяговое сопротивление борон 0,8 кН/м, вес цепки - 10 кН, коэффициент сопротивления перекачиванию цепки - 0,15.

Ответ: 0,68.

1.2.8. Сколько зубовых борон типа БЗ-1 может агрегатироваться с трактором Беларус 952 на 6 – й передаче, если он развивает на этой передаче номинальное тяговое усилие 16,9 кН при рабочей скорости 8,45 км/ч. Удельное сопротивление зубовой бороны при заданной скорости равно 0,6 кН/м, вес цепки - 10 кН, коэффициент сопротивления перекачиванию цепки равен 0,15. Нормативный коэффициент использования номинального тягового усилия трактора – 0,95. Уклон отсутствует.

Ответ: 24 бороны.

1.2.9. Определить удельное тяговое сопротивление культиватора, работающего в составе машинно-тракторного агрегата Беларус 820+КНС-4 при коэффициенте использования номинального тягового усилия 0,8, если известно, что трактор развивает номинальное тяговое усилие на 5-ой передаче равно 15,3 кН, коэффициент догрузки ведущих колес трактора весом навесной машины – 1,2, вес культиватора – 5,3 кН, коэффициент сопротивления перекачиванию трактора – 0,15. Уклон отсутствует.

Ответ: 2,82 кН/м.

1.2.10. Максимальная допустимая по пропускной способности скорость движения комбайна КЗС-7 (фактическая пропускная способность – 7 кг/с) составляет 4 км/ч. Определить коэффициент использования конструктивной ширины захвата шестиметровой жатки, если коэффициент солоистости убираемой культуры составляет 1,4, а ее урожайность – 45 ц/га.

Ответ: 0,97.

1.2.11. Определить фронт цепки, используемой для бороновального агрегата состоящего из трактора Беларус 820 и зубовых борон БЗ-1, если известно, что масса трактора – 3,5 т, касательная сила тяги трактора на рабочей передаче – 14 кН, коэффициент сцепления – 0,5, коэффициент сопротивления перекачиванию – 0,05, уклон отсутствует. Тяговое сопротивление цепки составляет 1,5 кН, удель-

ное тяговое сопротивление борон – 0,7 кН/м. Бороны расположены в один ряд.

Ответ: 14 м.

1.2.12. Как изменится состав агрегата, если трактору с тяговым усилием 30 кН при обработке почвы на глубину 20 см шестикорпусным плугом (ширина захвата одного корпуса – 35 см) и имеющему коэффициент использования тягового усилия – 0,75, необходимо проводить вспашку в тех же условиях на глубину – 25 см с нормативным коэффициентом использования тягового усилия 0,92. Весом плуга и уклоном в задаче пренебречь.

Ответ: трактор будет работать с пятикорпусным плугом.

1.2.13. Определить количество корпусов плуга для работы с трактором Беларусь 2522 для работы на 3-ей передаче ($P_{кр}=55,3$ кН) при условии рациональной загрузки по тяге последнего, если удельное сопротивление почвы 65 кН/м², а глубина вспашки равна 25 см. Ширина захвата корпуса плуга – 40 см. Весом плуга и уклоном в задаче пренебречь.

Ответ: 8 корпусов.

1.2.14. Определить максимальный захват парового культиватора при агрегатировании с трактором Беларусь 1523, работающим на 6-ой передаче ($P_{кр}=33$ кН), если тяговое сопротивление сцепки 4 кН, удельное тяговое сопротивление почвы при глубине культивации 14 см равно 2,64 кН/м, коэффициент использования тягового усилия трактора принять 0,8.

Ответ: 10 м.

1.2.15. Определить количество зубовых борон в рациональном составе агрегата, состоящего из трактора Беларусь 820 (номинальное тяговое усилие – 13,6 кН), прицепной сцепки (погонная масса 60 кг/м) и борон БЗ-1 для боронования в интервале агротехнически допустимых скоростей 4–8 км/ч, если известно:

среднее удельное тяговое сопротивление борон в интервале 4–8 км/ч – 0,5 кН/м;

коэффициент сопротивления качению сцепки – 0,15;

нормативный коэффициент использования тягового усилия – 0,95.

Ответ: 21 борона.

1.2.16. Определить удельное тяговое сопротивление прицепной дисковой бороны (конструктивная ширина захвата – 3 м), работающей в составе машинно-тракторного агрегата Беларусь 1221+Л-113 при коэффициенте использования номинального тягового усилия 0,9, если известно, что трактор развивает номинальное тяговое усилие на 5-ой передаче равное 15,3 кН. Уклоном в задаче пренебречь.

Ответ: 4,59 кН/м.

1.2.17. Трактор Беларус 920 работает с зубовыми боронами БЗ-1 (вес 0,22 кН). Известно, что масса трактора – 3450 кг, касательная сила тяги трактора на рабочей передаче – 15 кН, коэффициент сцепления движителей с почвой – 0,6, коэффициент сопротивления перекачиванию – 0,06, уклон – 3%. Сопротивление сцепки составляет 1,6 кН, удельное сопротивление борон – 0,7 кН/м. Найти конструктивную ширину захвата агрегата.

Ответ: 13 м.

1.2.18. Определить условный тяговый КПД трактора для агрегата Беларус 1221+СП-11+2СЗ-5,4. Удельное тяговое сопротивление сеялки при заданных условиях – 1,6 кН/м, вес сцепки – 8 кН, коэффициент сопротивления перекачиванию сцепки – 0,15. Рабочая скорость – 10 км/ч. Номинальная мощность двигателя трактора – 96 кВт.

Ответ: 0,53.

1.2.19. Рассчитать коэффициент использования максимальной тяговой мощности трактора Беларус 2022, работающего в составе пахотного агрегата, если известно, что коэффициент использования тягового усилия равен 0,92, рабочая скорость – 9 км/ч, а скорость при максимальной тяговой мощности – 9,5 км/ч.

Ответ: 0,87.

1.2.20. Рассчитать максимально возможное значение мощности, передаваемой через ВОМ на привод рабочих органов машины с тяговым сопротивлением 20 кН, агрегируемой с трактором весом 55 кН при коэффициенте загрузки двигателя по мощности 0,95, если известно, что коэффициент сопротивления перекачиванию трактора – 0,15, уклон – 2 %, буксование – 15 %, механический КПД трансмиссии – 0,85, КПД ВОМ – 0,95, номинальная мощность двигателя 115 кВт, рабочая скорость – 8 км/ч.

Ответ: 18,03 кВт.

1.2.21. Определить часовой расход топлива агрегата УЭС-250+КПК-3000 на рабочем ходу при кошении трав с измельчением при урожайности зеленой массы 290 ц/га, если рабочая скорость определяется пропускной способностью.

Известно, также, что пропускная способность комбайна – 15 кг/с; рабочая ширина захвата – 3,4 м; КПД гидротрансмиссии – 0,68; буксование – 5 %; вес энергосредства – 82 кН; коэффициент сопротивления качению – 0,1; уклон – 0; КПД ВОМ – 0,95. Тяговое сопротивление жатки и измельчителя – 5,8 кН.

Затраты мощности составляют:

на технологический процесс – 8 кВт/кг/с;

на холостое вращение механизмов комбайна – 15 кВт;

на привод дополнительного оборудования – 4 кВт.

Двигатель УЭС-250 имеет:

номинальную мощность – 195 кВт;
часовой расход топлива при номинальной частоте вращения – 43,9 кг/ч;
часовой расход топлива на холостом ходу двигателя – 11 кг/ч.

Ответ: 41,27 кг/ч.

1.2.22. Обосновать выбор и принять дисковую борону из предлагаемых марок (БПД-3МВ, БПД-5МВ, БПД-7МВ) для работы с трактором Беларусь 1221 при следующих данных:

номинальное тяговое усилие трактора – 25,8 кН при рабочей скорости – 7,6 км/ч;
погонный вес борон – 5,7 кН/м;
удельное сопротивление при скорости 5 км/ч – 2,1 кН/м;
темп роста удельного сопротивления при росте скорости на 1 км/ч – 2 %;
подъем в направлении движения – 3%.
вес трактора – 48 кН.

Ответ: БПД-7МВ.

1.2.23. Определить рабочую скорость и часовой расход топлива на рабочем ходу агрегата Беларусь 820+ПЛН-3-35П, если известно:

номинальное тяговое усилие трактора на рабочей передаче – 15 кН;
рабочее тяговое сопротивление плуга – 12,6 кН;
часовой расход топлива и скорость на холостом ходу трактора – 5,4 кг/ч и 9,7 км/ч;
часовой расход топлива и скорость трактора при максимальной тяговой мощности на рабочей передаче – 14,5 кг/ч и 6,3 км/ч;
уклон отсутствует.

Ответ: 6,84 км/ч и 13,04 кг/ч.

1.2.24. Рассчитать рабочую скорость и часовой расход топлива на заданной передаче при имеющей место загрузке трактора Беларусь 892, работающего на 6-ой передаче в составе посевного машинно-тракторного агрегата Беларусь 892+СЗ-3,6, если известно:

вес трактора 32,8 кН,
удельное тяговое сопротивление сеялки – 1,9 кН/м,
уклон – 4 %,
вес сеялки с семенами и удобрениями – 11 кН.

Для проведения расчетов использовать участок тяговой характеристики трактора из таблицы.

| Режим эксплуатации | Показатели | Передача |
|-------------------------------|---------------------|----------|
| | | 6 |
| $P_T = 0$ (холостой ход) | v_x , км/ч | 12,3 |
| | G_x , кг/ч | 6,3 |
| P_{T_n} (номинальный режим) | P_{T_n} , кВт | 11,25 |
| | $N_{T_{max}}$, кВт | 30,0 |
| | v_{P_n} , км/ч | 9,6 |
| | δ , % | 12,4 |
| | G_{T_n} , кг/ч | 13,5 |

Ответ: 10,33 км/ч и 11,56 кг/ч.

1.3 Способы движения агрегатов

Кинематическая длина агрегата

$$l_k = l_T + l_{сц} + l_M, \quad (1.80)$$

где l_T , $l_{сц}$, l_M – соответственно, кинематическая длина трактора, сцепки и машины, м.

Минимальный радиус поворота

$$R_j = L \cdot ctg \alpha_n, \quad (1.81)$$

где L – продольная база трактора, м;

α_n – средний угол поворота направляющих колес относительно оси ведущих колес, град.

Коэффициент поворотливости агрегата

$$K_{п} = \frac{R_0}{S}, \quad (1.82)$$

где S – длина поворота, м.

Длина выезда e

– для прицепных агрегатов

$$e = (0,25 - 0,75)l_k; \quad (1.83)$$

– для навесных агрегатов

$$e = (0 - 0,1)l_k; \quad (1.84)$$

– для агрегатов с передней фронтальной навеской машины $e = -l_k$.

Коэффициент рабочих ходов

$$\varphi = \frac{\Sigma L_p}{\Sigma L_p + \Sigma L_x}, \quad (1.85)$$

где ΣL_p , ΣL_x – соответственно, суммарный путь, пройденный агрегатом на рабочем и холостом ходу, м.

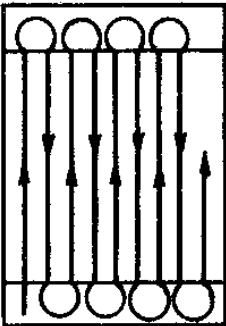
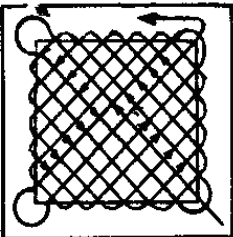
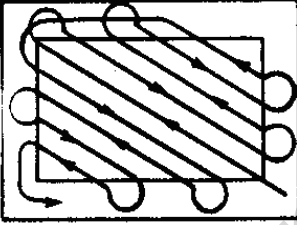
Основные виды поворотов и их длина приведены на рис. 1.6, а основные способы движения агрегатов – в табл. 1.2. В табл. 1.3 представлены зависимости для определения коэффициента φ и кинематических характеристик участка.

| Вид поворота | на 90° | | | на 180° |
|--------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| | беспетлевой | петлевой с открытой петлей | петлевой с закрытой петлей | беспетлевой дугобразный |
| Схема | | | | |
| Длина, м | $(1,6 \div 1,8) R_0 + 2e$ | $(6 \div 8,5) R_0 + 2e$ | $(5 \div 6,5) R_0 + 2e$ | $(3,2 \div 4) R_0 + 2e$ |
| E | $1,1 R_0 + 0,5 d_k + e$ | $2,8 R_0 + 0,5 d_k + e$ | $2 R_0 + 0,5 d_k + e$ | $1,1 R_0 + 0,5 d_k + e$ |

| Вид поворота | на 180° | | | | |
|--------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | беспетлевой с прямой участком | петлевой грушевидный | петлевой восьмеркообразный | грибовидный с открытой петлей | грибовидный с закрытой петлей |
| Схема | | | | | |
| Длина, м | $(1,4 \div 2) R_0 + x + 2e$ | $(6,6 \div 8) R_0 + 2e$ | $(8 \div 9) R_0 + 2e$ | $(4,1 \div 5) R_0 + 2e$ | $(5 \div 5,5) R_0 + 2e$ |
| E | $1,1 R_0 + 0,5 d_k + e$ | $2,8 R_0 + 0,5 d_k + e$ | $3 R_0 + 0,5 d_k + e$ | $1,1 R_0 + 0,5 d_k + e$ | $1,1 R_0 + 0,5 d_k + e$ |

Рис. 1.7. Схемы поворотов МТА, их длина (L_x) и ширина поворотной полосы (E)

Таблица 1. 2

| Характеристика способов движения МТА | |
|---|--|
| Схема способа движения | Краткая характеристика |
| 1 | 2 |
|  | <p>Челночный беззагонный используется в основном при работе симметричных агрегатов (посев, посадка, культивация и др.).</p> |
|   | <p>Диагонально-челночный беззагонный (слева) применяется в основном при поверхностной обработке почвы, а диагонально-перекрестный загонный (справа) кроме того, и при посеве.</p> <p>Ширина загона рассчитывается по зависимости $C=(0,75 \dots 1,0) L$, где L – длина обрабатываемого участка, м.</p> |

| 1 | 2 |
|---|--|
| | <p>Всвал (слева) и вразвал (справа) относятся к загонным способам движения и применяются при пахоте, уборке и некоторых других работах. Ширина загона принимается кратной двойной рабочей ширине захвата агрегата и определяется по условию</p> $C_{\phi} \geq C_{\text{опт}} = \sqrt{2B_p L_p + 16R^2},$ <p>где B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м; L_p – рабочая длина загона, м, равная $L_p = L - 2E_{\phi}$, R – радиус поворота агрегата, м.</p> |
| | <p>Перекрытием чаще всего используется на уборке пропашных культур, на предпосевной обработке почвы, внесении удобрений, междурядной обработке.</p> <p>Ширина загона принимается кратной двойной рабочей ширине захвата агрегата по условию</p> $C_{\phi} \geq C_{\text{опт}} = 10R$ |

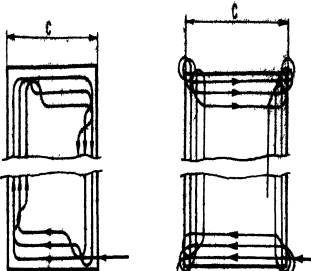
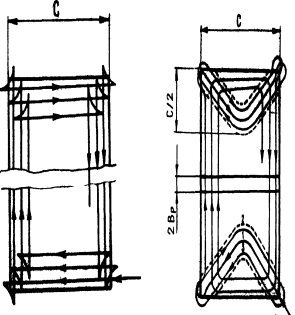

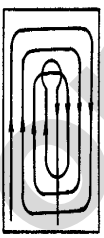
| 1 | 2 |
|---|---|
|  | |
|  | <p>Круговой используется при уборке зерновых, заготовке кормов, поверхностной обработке почвы прицепными агрегатами.</p> <p>Ширина загона принимается кратной двойной рабочей ширине захвата агрегата по условию</p> $C_{\phi} \geq C_{\text{опт}} = \left(\frac{1}{5} \dots \frac{1}{8}\right)L$ |
|  |  |

Таблица 1.3
Зависимости для определения коэффициента φ и кинематических характеристик рабочего участка

| Способ движения | Коэффициент рабочих ходов | Ширина поворотной полосы, м | Ширина загона, м |
|--|--|-----------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Челночный | $\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6R_0 + 2e}$ | $E = 2,8R_0 + 0,5d_k + e$ | — |
| Всвал | $\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + \frac{4R_0}{c}(2R_0 - B_p) + R_0 + 2e}$ | » | $C_{\text{опт}} = \sqrt{2(L_p B_p + 8R_0^2)}$ |
| Вразвал | $\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + R_0(1 + \frac{4B_0}{C^*}) + B_p + 2e}$ | » | $C_{\text{опт}} = \sqrt{8R_0 B_p}$ |
| Комбинированный | $\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + R_0 + 2e}$ | $E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e$ | $C_{\text{min}} = 8R_0$ |
| Диагонально-перекрестный | $\varphi = \frac{L_p C}{L_p C + 6R_0 B_p}$ | » | $C = (0,75 - 1,0)L$ |
| Двухзагонный | $\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + 3R_0 + 2(e - \frac{R_0}{C})}$ | » | $C_{\text{опт}} = \sqrt{2(L_p B_p - 2R_0^2)}$ |
| Четырехзагонный (уборка сахарной свеклы и картофеля) | $\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + 1,14R_0 + 2e}$ | $E = 1,1R_0 + 0,5d_k + e$ | Для двухрядных машин: $C = 144$ рядка при $m = 45$ см - для свеклы $C = 64$ рядка при $m = 70$ см - для картофеля |
| Перекрытием, с расширением прокосов | $\varphi = \frac{L_p}{L_p + 0,5C + 1,14R_0 + 2e}$ | » | $C = (4-10) R_0$ |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|---|---------------------|
| Круговой: -для сим- метричных агрегатов | $\varphi = \frac{LC}{L(C + 0,5B_p) + (6R_0 + 2e)(2R_0 - B_p)}$ | – | $C = \frac{L}{5-8}$ |
| -для не- симмет- ричных агрегатов | $\varphi = \frac{LC}{L(C + 0,5B_p) + \pi(0,5B_p + d'_k) \times (C - 2R_0) + (6R_0 + 2e)(2R_0 - B_p)}$ | – | То же |

*
 d'_k – расстояние от продольной оси агрегата до крайней точки по ширине захвата, м;
 C – ширина загона, м;
 L – длина загона, м;
 L_p – рабочая длина гона, м.

Задачи к подразделу 1.3

1.3.1. Жатка ЖК-Ф-3,4 имеет габаритные размеры: длина 3 м, ширина – 3,96 м и высота 2,9 м. Она агрегируется с кормоуборочными комбайнами Е-281 и «Марал» в навесном варианте. Какова длина выезда такого агрегата?

Ответ: 3 м.

1.3.2. Кинематическая длина трактора Беларус 820 – 1, 2 м. Сеялка СПУ-3 имеет следующие габаритные размеры: длина 2 м, ширина 3 м, высота 2,15 м. Какова кинематическая длина посевного агрегата?

Ответ: 3,2 м.

1.3.3. Определить кинематическую длину бороновального агрегата Беларус 820+СП-11А+9 БЗ-1, если кинематическая длина трактора 1,3 м, сцепки СП-11А-6,7 м, а борона БЗ-1 имеет следующие габариты: длина – 1,355 м, ширина – 1,004 м и высота – 0,19 м.

Ответ: 9,355 м.

1.3.4. Определить длину выезда бороновального агрегата, пользуясь условиями задачи 1.3.3.

Ответ: 2,34...7,02.

1.3.5. Определить длину выезда навесного агрегата Беларус 820+АК-3,6, если кинематическая длина трактора 1,2 м, а комбинированный агрегат АК-3,6 имеет следующие габариты: длина – 2,8 м, ширина – 3,7 м и высота – 1,1 м.

Ответ: 0,4 м.

1.3.6. Суммарный путь, пройденный агрегатом на холостом ходу, составил 22 км. Какова суммарная длина рабочего хода, если коэффициент рабочих ходов равен 0,96?

Ответ: 528 км.

1.3.7. Навесной фрезерный агрегат Беларус 820+ФН-1,8 работает челночным способом с грушевидными поворотами. Определить необходимую ширину поворотной полосы для этого агрегата, если радиус его поворота 6 м, габариты фрезы: длина - 1,65 м, ширина - 2,18 м и высота - 1,25 м. Длиной выезда агрегата можно пренебречь. Согласовать полученный результат с шириной захвата фрезы.

Ответ: 18 м.

1.3.8. Определить длину грушевидного поворота по условиям задачи 1.3.7.

Ответ: 39,6...48 м.

1.3.9. При вспашке агрегатом Беларус 820+ПОН-3-35П рабочая длина гона 400 м. Определить коэффициент рабочих ходов при челночном способе движения, если радиус поворота агрегата 6 м. Длиной выезда агрегата пренебречь.

Ответ: 0,92.

1.3.10. Определить коэффициент рабочих ходов пахотного агрегата Беларус 820+ПЛН-3-35 при его движении всвал при рабочей длине гона 400 м, радиусе поворота агрегата 6 м и длине выезда, равной нулю. Коэффициент использования ширины захвата принять равным 1,05.

Ответ: 0,65.

1.3.11. Кинематическая длина сельскохозяйственной машины 6 м, а трактора - 1,3 м. Чему равна кинематическая длина агрегата (м)?

Ответ: 7,3 м.

1.3.12. Общий путь рабочего хода агрегата составляет 90 км, а длина холостого хода - 10 км. Чему равен коэффициент рабочих ходов агрегата?

Ответ: 0,9.

1.4. Производительность агрегатов

Различают теоретическую, техническую и эксплуатационную производительность машинно-тракторных агрегатов.

Часовая и сменная теоретическая производительность агрегата (соответственно в га/ч и га/см) определяется по следующим зависимостям:

$$W_{чТ} = 0,36Bv_T ; \quad (1.86)$$

$$W_{смТ} = 0,36Bv_T T , \quad (1.87)$$

где T – нормативное время смены (7 ч на полевых работах, 6 ч – при работе с пестицидами);

Техническая (нормативная) производительность агрегата за час и смену (га/ч и га/см) равна:

$$W_{\text{ч}} = 0,36B\beta v_{\text{т}}\varepsilon\tau = 0,36B_{\text{р}}v_{\text{р}}\tau; \quad (1.88)$$

$$W_{\text{см}} = 0,36B\beta v_{\text{т}}\varepsilon T\tau = 0,36B_{\text{р}}v_{\text{р}}T_{\text{р}}, \quad (1.89)$$

где $\beta = B_{\text{р}}/B$ – коэффициент использования конструктивной ширины захвата (табл. 2.1);

$\varepsilon = v_{\text{р}}/v_{\text{т}}$ – коэффициент использования скорости движения;

$\tau = T_{\text{р}}/T$ – коэффициент использования времени смены;

$B_{\text{р}}, v_{\text{р}}, T_{\text{р}}$ – соответственно значения рабочей ширины захвата агрегата (м), рабочей скорости движения (м/с) и основного (чистого) рабочего времени смены (ч).

Эксплуатационная производительность определяется по этим же формулам, но вместо технически возможных $B_{\text{р}}, v_{\text{р}}$ и τ , подставляются их действительные значения. Скорость $v_{\text{р}}$ можно принять из тяговых характеристик трактора при значении тягового усилия $P_{\text{т}} = R_{\text{а}}$ или определить расчетным путем.

Расчет сменной производительности по мощности двигателя (га/см) производится по следующим формулам:

$$W_{\text{см}} = 0,36N_{\text{т}}\beta T\tau/k_{\text{в}}; \quad (1.90)$$

$$W_{\text{см}} = 0,36N_{\text{е}}\eta_{\text{т}}T\tau/k_{\text{в}}; \quad (1.91)$$

где $N_{\text{т}} = R_{\text{а}}v_{\text{р}}$ – тяговая мощность, необходимая для агрегатирования, кВт;

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

$\eta_{\text{т}}$ – тяговый КПД трактора;

$k_{\text{в}} = R_{\text{а}}/B$ – удельное сопротивление агрегата, кН/м.

Учет тракторных работ в условных единицах. В качестве единицы суммарного учета объемов полевых механизированных работ принят *условный эталонный гектар* (эт.га). Он представляет собой объем работ, соответствующий вспашке одного гектара старопахотных земель в эталонных условиях: агрофон – стерня зерновых; тип почвы – средний суглинок; удельное сопротивление почвы – 50 кПа; скорость движения – 5 км/ч; влажность почвы – 20–22 %; глубина вспашки – 20–

22 см; длина гона – 800 м; высота над уровнем моря – 200 м; рельеф ровный (угол склона до 1°); конфигурация поля правильная (прямоугольная); каменистость и препятствия отсутствуют.

Трактор каждой марки, работая в таких условиях, выполняет определенный объем работ, который называется *часовой $W_{ч}$* , или *сменной $W_{см}$* , *эталонной выработкой*.

Трактор, имеющий выработку в эталонных условиях за 1 ч сменного времени один условный эталонный гектар, принят за *условный эталонный трактор*

Таблица 1.4
Коэффициенты перевода физических тракторов в условные эталонные

| Марки тракторов 1 | Коэффициенты 2 |
|--|-------------------|
| Гусеничные трактора: | |
| Т-150 | 1,65 |
| ДТ-75М | 1,10 |
| ДТ-75 | 1,0 |
| Т-70С | 0,90 |
| Колесные трактора: | |
| К-701 | 2,70 |
| К-744 | 2,20 |
| К-700А | 2,20 |
| К-700 | 2,10 |
| Т-151К, Т-150К | 1,65 |
| Беларус 1522 (1523) | 1,56 |
| Беларус 1221 (1222) | 1,30 |
| Беларус 1005, Беларус 1025 | 1,05 |
| Беларус 80.1, Беларус 82.1, Беларус 900, Беларус 920, Беларус 800, Беларус 820 | 0,80 |
| Беларус 570, Беларус 572, Беларус 510Е, Беларус 512Е, Беларус 520, Беларус 522 | 0,62 |
| Беларус 550Е, Беларус 552Е | 0,57 |
| Т -40, Т -40А | 0,50 |
| Т-25А, Беларус 320, Беларус 310 | 0,30 |
| Т-16М, Беларус 210, Беларус 220 | 0,22 |
| Мерседес МБ-трак 700 | 0,65 |
| МБ-трак 800 | 0,75 |
| МБ-трак турбо 900 | 0,85 |
| МБ-трак 1000 | 0,95 |
| МБ-трак 1100 | 1,10 |
| МБ-трак 1300 | 1,25 |
| МБ-трак 1500 | 1,50 |
| Джон Дир 6400 | 1,00 |
| Джон Дир 8100 | 1,85 |
| Урсус 1134 | 0,97 |

| 1 | 2 |
|-------------------------|------|
| Урсус 11614 | 1,52 |
| Зетор 11245 | 1,00 |
| Зетор 16245 | 1,60 |
| Массей-Фергюсон МФ-39 | 1,04 |
| Массей-Фергюсон МФ-8150 | 1,80 |
| Дойц-Фар 6.05 | 1,05 |
| Дойц-Фар 6.71 | 1,65 |

При планировании и анализе использования работы машинно-тракторного парка приходится переводить различные марки тракторов в условный эталонные тракторы и физические объемы работ в эталонные гектары.

Перевод физических тракторов в условные эталонные осуществляется путем умножения количества физических тракторов X на коэффициент перевода в условные, численно равный часовой эталонной выработке, т.е.

$$X_3 = XW_{ч_3} \cdot \quad (1.92)$$

Для получения объема работ в условных эталонных гектарах (эт. га) необходимо определить количество выполненных нормо-смен и умножить их на сменную эталонную выработку $W_{см_3}$ (табл. 1.3.), т.е.

$$U_{эт. га} = N_{см}W_{см_3}, \quad (1.93)$$

где $N_{см} = U_{ф} / W_{см}$ – количество выполненных нормо-смен (число выполненных сменных, технически обоснованных норм выработки);

$U_{ф}$ – объем работ в физических единицах, выполненный трактором, га (т, ткм, м³ и т. д.);

$W_{см}$ – техническая норма выработки, установленная на данном виде работ, га (т, ткм, м³ и т.д.).

Перевод объемов работ в эталонные гектары, на которые не установлены нормы выработки (новые агрегаты), допускается путем умножения количества отработанных часов $n_ч$ при выполнении этой работы (без учета простоев) на часовую эталонную выработку $W_{ч_3}$, т.е.

$$U_{эт. га} = n_чW_{ч_3} \cdot \quad (1.94)$$

Суммарный учет работы трактора в течение сезона (года) производится умножением количества выполненных нормо-смен (нормо-часов) в течение этого срока на различных видах работ на сменную (часовую) эталонную выработку.

Баланс времени смены в общем виде

$$T = T_p + t_x + t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 \quad (1.95)$$

где T_p – время основной работы, ч;

t_x – время холостого движения и на повороты, ч;

t_1 – время на технологическое обслуживание, ч;

t_2 – время на техническое обслуживание в поле, ч;

t_3 – время на устранение технических неисправностей, ч;

t_4 – время простоев по организационным причинам, ч;

t_5 – время на отдых и личные надобности, ч;

t_6 – подготовительно-заключительное время,

$$t_6 = t_{\text{ЕТО}} + t_{\text{ПП}} + t_{\text{ПНК}} + t_{\text{ПН}}, \quad (1.96)$$

где $t_{\text{ЕТО}}$ – время на проведение ЕТО агрегата, ч;

$t_{\text{ПП}}$ – время на подготовку агрегата к переезду, ч;

$t_{\text{ПНК}}$ – время на переезды в начале и конце смены, ч;

$t_{\text{ПН}}$ – время на получение наряда и сдачу работ, ч.

Коэффициент использования времени смены

$$\tau = (\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5 + \tau_6 - 5) \cdot \tau_{\text{ДВ}} = (\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 + \tau_5 + \tau_6 - 5) \cdot \varphi, \quad (1.97)$$

где $\tau_1 = \frac{T - t_1}{T}$ – частный коэффициент, учитывающий остановки на технологическое обслуживание;

$\tau_2 = \frac{T - t_2}{T}$ – то же на техническое обслуживание;

$\tau_3 = \frac{T - t_3}{T}$ – то же на простои по техническим неисправностям;

$\tau_4 = \frac{T - t_4}{T}$ – то же на простои по организационным причинам;

$\tau_5 = \frac{T - t_5}{T}$ – то же на личные надобности;

$\tau_6 = \frac{T - t_6}{T}$ – то же на подготовительно-заключительные работы;

$\tau_{\text{ДВ}} = \frac{T_p}{T_p + t_x}$ – коэффициент использования времени движения;

φ – коэффициент рабочих ходов.

При техническом нормировании тракторных работ простои по организационным причинам и по техническим неисправностям не учитываются. Поэтому принимают, что

$$\tau = (\tau_1 + \tau_2 + \tau_5 + \tau_6 - 3) \cdot \varphi \quad (1.98)$$

Коэффициент использования работоспособности агрегата (коэффициент эксплуатации)

$$\sigma = \frac{W_{см}}{W_{см_t}} = \frac{0,36B_{\beta} \cdot v_T \cdot \varepsilon \cdot T \cdot \tau}{0,36Bv_T T} = \beta \varepsilon \tau \quad (1.99)$$

Задачи к подразделу 1.4

1.4.1. Время на технологическое обслуживание посевного агрегата в течение смены составляет 27 минут. Определить частный коэффициент, учитывающий остановки на технологическое обслуживание.

Ответ: 0,94.

1.4.2. Коэффициент использования времени смены равен 0,78. Время холостого хода агрегата в течение смены 0,87 часа. Определить коэффициент использования времени движения.

Ответ: 0,86.

1.4.3. Время на технологическое и техническое обслуживание агрегата одинаково и равно 0,5 ч. Затраты же времени на отдых и личные надобности и подготовительно-заключительное время равны соответственно 25 мин и 36 мин. Коэффициент рабочих ходов 0,96. Определить коэффициент использования времени смены.

Ответ: 0,68.

1.4.4. Время основной работы посевного агрегата составляет 5,2 часа. Рабочая и теоретическая скорости движения соответственно 8 и 8,3 км/ч. Определить коэффициент использования работоспособности агрегата, если имеет место полное использование ширины захвата.

Ответ: 0,72.

1.4.5. Норма выработки погрузчика органических удобрений в смену 129 т. Коэффициент эксплуатации 0,63. Какова теоретическая производительность погрузчика?

Ответ: 205 т/см.

1.4.6. В сельхозпредприятии имеется 2 трактора «Беларус»- 1221, 3 шт. Беларус 800 и один Беларус 2522. Сколько условных тракторов имеет предприятие, если часовая эталонная выработка указанных тракторов составляет соответственно 1,3; 0,8; 2,7?

Ответ: 7,7.

1.4.7. При возделывании 80 га картофеля следующие агрегаты Беларус 82.1+3ЖФ-3, Беларус 1223+ПЛП-4-35П, Беларус 1523+03ПП-9554 и Беларус 82.1+БН-100А имели сменную выработку соответственно 21 т; 3,85 га, 53,2 ткм и 203 м³. При этом перевезено в поле 24

т воды, сделано 5600 ткм транспортной работы и 2240 м³ земляных работ. Коэффициенты перевода физически тракторов в условные приведены в табл.1.4. Определить объем работ в усл. эт.га, выполненный указанными агрегатами.

Ответ: 1479,48 у.эт.га.

1.4.8. Трактор Джон-Дир 6400 на пахоте отработал 136 смен. Какова его наработка в усл.эт.га, если коэффициент его перевода в условные тракторы равен единице?

Ответ: 952 у.эт.га.

1.4.9. Трактор Массей-Фергюсон МФ 8150 при посеве яровых зерновых выполнил 167 усл.эт.га. Сколько га посеяно, если коэффициент перевода физического трактора в условные равен 1,8, а сменная выработка составила 36 га?

Ответ: 477 га.

1.4.10. При гребневой посадке картофеля агрегатом Беларусь 82.1+Л-207 часовая выработка составила 1,14 га. Время основной работы агрегата составило 5,6 ч. Какова рабочая скорость агрегата?

Ответ: 5,1 км/ч.

1.4.11. Производительность агрегата Беларусь 820+АК-2,8 при междурядной обработке картофеля за час сменного времени составила 2 га. Мощность двигателя трактора 58,9 кВт, удельное сопротивление культиватора 1,5 кН/м, время основной работы 5 ч. Определить тяговый КПД трактора.

Ответ: 0,2.

1.4.12. Во сколько раз увеличится производительность агрегата при выполнении одной и той же работы, если удельное сопротивление уменьшится в 1,5 раза?

Ответ: 1,5.

1.4.13. Определить производительность пахотного агрегата Беларусь 1523+ПКМ-5-40Р за час основного времени, если скорость агрегата 1,65 м/с.

Ответ: 1,19 га/ч.

1.4.14. Мощность двигателя трактора Беларусь 2522В — 184 кВт, а тяговый КПД 0,8. Какую производительность за час основного времени может обеспечить указанный трактор при вспашке почв тяжелого механического состава с удельным сопротивлением 80 кПа?

Ответ: 0,66 га/ч.

1.4.15. Тяговое сопротивление агрегата Беларусь 1221+БПД-5MW - 12 кН. Рабочая скорость 3 м/с. Определить сменную производительность агрегата, если удельное сопротивление почвы 2 кН/м, коэффи-

циент использования ширины захвата бороны 1,1, а время основной работы 5,5 час.

Ответ: 39,2 га/см.

1.4.16. Предприятие в лизинг приобрело один трактор Мерседес МБ-трак 1300, два трактора Урсус 1134, два трактора Зетор 16245 и один трактор Дойтц-Фар 6.71. На сколько условных тракторов пополнился МТП предприятия, если коэффициенты перевода указанных тракторов в условные приведены в табл. 1.4?

Ответ: 8,04 усл. эт. тр.

1.4.17. Какое максимальное значение может иметь коэффициент использования времени смены?

Ответ: 1.

1.4.18. Какова сменная выработка условного эталонного трактора в эталонных условиях?

Ответ: 7 эт.га.

1.4.19. Какой объем механизированных работ в условных эталонных гектарах (целое число) выполнит трактор Беларусь 1221 при уборке картофеля комбайном Л-605 на площади 120 га, если рабочая скорость агрегата 1 м/с, коэффициент использования времени смены 0,5, эталонная часовая выработка трактора приведена в табл. 1.4?

Ответ: 619 у.эт.га.

1.4.20. Коэффициент использования времени смены равен 0,75. Продолжительность смены 7 часов. Чему равно время основной работы агрегата (ч)?

Ответ: 5,25 ч.

1.4.21. Теоретическая скорость движения агрегата 9,6 км/ч, а его рабочая скорость – 8,8 км/ч. Чему равен коэффициент использования скорости?

Ответ: 0,92.

1.4.22. Определить количество эталонных тракторов, если выработка трактора Беларусь 2522 за час работы в эталонных условиях составляет 2,7 эт.га, а количество физических тракторов данной марки 6.

Ответ: 16,2 усл. эт. тр.

1.4.23. Время основной работы агрегата в течение семичасовой смены 4,6 ч. Время работы двигателя агрегата на остановках 0,9 ч. Чему равно время на холостые повороты и переезды агрегата?

Ответ: 1,5 ч.

1.4.24. Рабочая ширина захвата плуга 1,155 м, а его конструктивная ширина захват 1,05 м. Определить коэффициент использования ширины захвата плуга.

Ответ: 1,1.

1.4.25. Время основной работы агрегата составляет 5,6 ч в течение семичасовой смены. Чему равен коэффициент использования времени смены?

Ответ: 0,8.

1.4.26. Чему равно подготовительно-заключительное время (в минутах), если время на проведение ежесменного технического обслуживания агрегата равно 30 мин., время на подготовку агрегата к переезду 5 мин., время на получение наряда и сдачу работы 4 мин., время на переезды в начале и в конце смены 20 мин?

Ответ: 59 мин.

1.4.27. Производительность агрегата за час сменного времени 5 га, а продолжительность смены 7 часов. Чему равна производительность агрегата за смену?

Ответ: 35 га/см.

1.4.28. Конструктивная ширина захвата сельскохозяйственной машины 4 м, а коэффициент использования ширины захвата 0,9. Определить рабочую ширину захвата сельскохозяйственной машины (м).

Ответ: 3,6 м.

1.4.29. Сколько тонн топлива можно сэкономить в хозяйстве, если вместо вспашки провести поверхностную обработку почвы на площади 1000 га при расходе топлива на вспашку 22 кг/га, а на поверхностную обработку – 7,5 кг/га?

Ответ: 14,5 т.

1.4.30. Какой будет расход топлива на 1 усл.эт.га при обработке почвы агрегатом Беларус 1523+АКШ-6,0, если выработка агрегата 28 га за смену, гектарный расход топлива 6 кг/га, эталонная часовая выработка трактора 1,56 усл.эт.га?

Ответ: 15,3 кг/у.эт.га.

1.4.31. На какой площади будет убран картофель агрегатом Беларус 920+Л-605, если при этом будет выполнен объем механизированных работ 300 усл.эт.га, выработка за смену составит 1,4 га/см, при часовой эталонной выработке 0,8 усл.эт.га/ч?

Ответ: 75 га.

1.4.32. Сколько тонн топлива потребуется для вспашки полей агрегатом Беларус 1523+ПКМ-6-40Р на площади 1000 га, если расход топлива на 1 условный эталонный гектар 19 кг, производительность пахотного агрегата 12 га за смену, эталонная часовая выработка трактора 1,56 усл.эт.га/ч?

Ответ: 17,2 т.

1.4.33. Сколько дней работы потребуется трактору Беларус 1221 для выполнения объема механизированных работ 1150 усл.эт.га на предпосевной культивации почвы, если его сменная выработка со-

ставляет 28 га/см, коэффициент сменности 1,5, эталонная часовая выработка 1,3 усл.эт.га/ч?

Ответ: 85 дней.

1.4.34. Какой объем механизированных работ в условных эталонных гектарах будет выполнен двумя тракторами Беларус 1522 за один рабочий день на вспашке, если сменная норма выработки каждого из них 14 га/см, коэффициент сменности 2, эталонная часовая выработка 1,56 усл.эт.га/ч?

Ответ: 43,6 у.эт.га.

1.4.35. Установить обоснованную сменную (время смены – 7 ч) норму выработки для агрегата Беларус 800 + КСО-4, работающего на участке с рабочей длиной гона 1000 м, если известно, что на каждый разворот тратится 36 с, а рабочая скорость в загоне – 10 км/ч. Другие нормируемые непроизводительные затраты времени составляют 15 % времени смены. Перекрытие в смежных проходах агрегата в среднем составляет 15 см.

Ответ: 19,81 га/см.

1.4.36. Определить коэффициент использования времени 10-ти часовой смены, если зерноуборочный комбайн, работая с 6-ти метровой жаткой (рабочая ширина захвата – 5,8 м) при скорости 4 км/ч, намолотил за это время 60 т овса, при урожайности 30 ц/га.

Ответ: 0,86.

1.4.37. Максимальная допустимая по пропускной способности скорость движения комбайна КЗР-10 (номинальная пропускная способность – 10 кг/с) составляет 6 км/ч. Определить коэффициент использования конструктивной ширины захвата шестиметровой жатки, если коэффициент солоmistости убираемой культуры составляет 1,4, а ее урожайность – 45 ц/га.

Ответ: 0,93.

1.4.38. Определить время, за которое комбайн КЗР-10 (номинальная пропускная способность – 10 кг/с) с 6-ти метровой жаткой уберет площадь 15 га. Известно, что урожайность зерновых составляет 40 ц/га, а коэффициент солоmistости – 1. Скорость комбайна ограничена пропускной способностью молотилки, непроизводительные затраты времени составляют 25%, а коэффициент использования конструктивной ширины захвата жатки равен 0,96.

Ответ: 4,45 ч.

1.4.39. Зерноуборочный комбайн КЗС-10 (номинальная пропускная способность – 10 кг/с) с 6-ти метровой жаткой (рабочая ширина захвата – 5,8 м) убирает ячмень, урожайность которого составляет 30 ц/га при биологическом (определенном при полном срезании стеблей) коэффициенте солоmistости – 1,2 и средней высоте растений – 70 см. Рассчитать изменение производительности номинально за-

гуженного по пропускной способности комбайна при изменении высоты среза с 3 см до 22 см

Ответ: увеличится в 1,18 раза.

1.4.40 Проводится комбинированная прополка шести рядов кукурузы (междурядья – 70 см). Норма внесения гербицидов – 240 л/га, при минутном расходе рабочего раствора через распылитель 6 л/мин. На один ряд посева приходится 2 распылителя. Какую площадь обрабатывает агрегат за 3 дня, работая по 6 часов в день, при коэффициенте использования времени смены – 0,75?

Ответ: 40,5 га.

1.4.41. Определить выработку агрегата Беларусь 1221+ПЛН-5-35 (коэффициент использования конструктивной ширины захвата – 1,1) в усл.эт.га за декаду, если он работает на скорости 9,6 км/ч по 7 часов в день. Непроизводительные затраты времени составляют 30%. Принятая в хозяйстве технически обоснованная норма выработки – 1,2 га/ч, а часовая нормативная выработка – 1,3 усл.эт.га/ч.

Ответ: 97,8 усл.эт.га.

1.4.42. Определить выработку в усл. эт. га за 5 дней посевного агрегата Беларусь 1221+СПУ-6, если он работает на скорости 8,5 км/ч. Непроизводительные затраты времени составляют 20% за смену, а принятая в хозяйстве техническая норма составляет 6,5 га/ч. Часовая нормативная выработка – 1,3 усл.эт.га/ч.

Ответ: 40,8 усл.эт.га.

1.4.43. Определить выработку агрегата Беларусь 82.1+ЛК-4А+2ПТС-4 (конструктивная ширина захвата – 1,52 м) за 5 рабочих дней в усл.эт. га, если агрегат работает на скорости 3,6 км/ч по 10 часов в день. Непроизводительные затраты времени составляют 40%, а принятая в хозяйстве техническая норма выработки – 0,3 га/ч. Коэффициент использования конструктивной ширины захвата – 0,96. Часовая нормативная выработка – 0,8 усл.эт.га/ч.

Ответ: 28 усл.эт.га.

1.4.44. Определить выработку в усл.эт. га за смену (6ч) опрыскивателя с трактором Беларусь 800 на поле с длиной гона 600 м, если он обрабатывает 6 рядков картофеля при норме расхода раствора пестицида 300 л/га. Каждый ряд картофеля обрабатывается тремя наконечниками. Расход через распылитель равен 0,6 л/мин. Технически обоснованная норма выработки в хозяйстве на данном виде работ – 1,2 га/ч, время на разворот агрегата в конце гона – 30 сек. Другие нормируемые непроизводительные затраты – 30 % времени смены. Часовая нормативная выработка – 0,8 усл.эт.га/ч.

Ответ: 5,6 усл.эт.га.

1.4.45. Определить среднюю выработку звена тракторов в усл.эт. га на один эталонный трактор, если за 7-часовую смену трактором Беларусь 1523+ПЛН-5-35 вспахано 6,8 га; агрегатом Беларусь 820+КСО-4 обработано 20 га; агрегатом Беларусь 552+СЗ-3,6 засеяно

7 га. Согласно принятым в хозяйстве нормам, выработка за час сменного времени должна составлять соответственно 0,9 га/ч; 2,8 га/ч; 1,2 га/ч ($\lambda=1,56; 0,8; 0,57$).

Ответ: 7,11 усл.эт.га/эт.тр.

1.4.46. На каком расстоянии от поля должен находиться склад минеральных удобрений, чтобы за 7-ми часовую смену агрегат Беларусь 82+МТТ-4У (грузовместимость – 4 т) внес 16 т при дозе внесения 450 кг/га? Известны:

средняя скорость движения агрегата в поле со средней рабочей длиной гона 600 м – 10 км/ч;

время на поворот в конце гона – 0,36 мин при челночном способе движения;

ширина полосы разбрасывания 10 м, перекрытие в смежных походах – 5 % от ширины разбрасывания;

затраты времени на одну загрузку агрегата Беларусь 82+МТТ-4У с учетом дополнительного времени – 10 мин;

средняя скорость транспортировки удобрений по дорогам второй группы – 15 км/ч;

внецикловые нормируемые затраты составляют 20% времени смены.

Ответ: 1,5 км.

1.4.47. Какое количество (массу) удобрений за нормо-смену (7 часов) внесет агрегат Беларусь 1523+ПРТ-11 (грузовместимость – 11 т), двигаясь по полю со скоростью 6 км/ч и разбрасывая удобрения полосой 6,5 м (с учетом перекрытия в смежных проходах) при дозе внесения 60 т/га? Рабочая длина гона – 140 м, способ движения – челночный. На поворот в конце гона агрегат затрачивает 0,5 мин.

Производительность погрузчика – 100 т/ч. Расстояние до пункта погрузки удобрений (2 км) агрегат преодолевает с грузом – за 10 мин, без груза – за 9 мин. Дополнительное время в зоне погрузки составляет 2 мин. Внецикловые нормируемые затраты составляют 20% времени смены.

Ответ: 121 т.

1.4.48. Агрегат Беларусь 820+КПН-4,2 работает на 5-ой передаче со скоростью (средней за кинематический цикл) 9 км/ч. Коэффициент использования конструктивной ширины захвата – 0,96, рабочая длина гона – 450 м, среднее время на 1 поворот – 0,3 мин.

В течение нормо-смены (7 ч) зафиксированы следующие виды потерь времени:

на подготовительно-заключительные операции – 0,6 ч;

на устранение неисправностей – 0,8 ч;

на ожидание подвоза запчастей – 0,7 ч;

на техническое обслуживание – 0,3 ч;

на физиологические нужды механизаторов – 0,3 ч;
на переезд с участка на участок в течение смены – 0,2 ч.

Определить часовую техническую производительность агрегата, если другие нормируемые непроизводительные затраты времени составили 12 % от времени смены.

Ответ: 2,25 га/ч.

1.4.49. Определить сменную норму выработки (время смены – 7 ч) для агрегата Беларусь 1523+КПН–8,4, работающего на участке с длиной гона 1000 м, если известно, что на каждый разворот при челночном способе движения тратится 50 с, а рабочая скорость в загоне – 8 км/ч. Затраты времени на техническое и технологическое обслуживание, физиологические надобности, получение наряда и переезды составляют 18 % времени смены. Коэффициент использования конструктивной ширины захвата – 0,96.

Ответ: 35,4 га/см.

1.4.50. Какова масса клубней, оставшихся в почве после семичасовой смены работы агрегата Беларусь 820+КТН–2Б, если из-за неправильной регулировки в земле оставалось 20 % урожая картофеля? Известно, что рабочая скорость агрегата – 1,1 м/с, коэффициент использования времени смены – 0,8. Биологическая урожайность картофеля составляла 29 т/га.

Ответ: 18 т.

1.4.51. Комбайн за семичасовую нормо-смену намолотил 40000 кг зерна. Определить коэффициент использования времени смены, если комбайн был оснащен 6-ти метровой жаткой и двигался с рабочей скоростью 1 м/с. Урожайность убираемой культуры – 4 т/га. Коэффициент использования конструктивной ширины захвата жатки принять равным 1,0.

Ответ: 0,66.

1.4.52. Максимальная допустимая по пропускной способности скорость движения комбайна КЗС-7 – 6 км/ч, коэффициент солоمیсто-сти убираемой культуры составляет 1,4, а ее урожайность – 0,3 кг/м². Определить коэффициент использования конструктивной ширины захвата шестиметровой жатки комбайна.

Ответ: 0,97.

1.4.53. На внесении удобрений работает агрегат Беларусь 920+МТТ-4Ш (грузовместимость – 4 т), который тратит на один кинематический цикл 100 мин, а разбрасывание производит со скоростью 2,5 м/с и рабочей шириной захвата 10 м в течение часа. Определить часовую норму выработки (га/ч) и фактическую дозу внесения удобрений (кг/га), если внецикловые нормируемые затраты времени составляют 15 % времени смены.

Ответ: 4,59 га/ч и 871,4 кг/га.

1.4.54. Сколько комбайнов КЗР-10 (номинальная пропускная способность – 10 кг/с) с 6-и метровой жаткой потребуется для завершения уборки за 3 дня на поле площадью 120 га? Условия работы: урожайность зерновых – 30 ц/га, коэффициент соломистости – 1,2. Скорость комбайна ограничена пропускной способностью молотилки, нормируемые непроизводительные затраты времени составляют 20%, длительность рабочего дня – 10 ч, коэффициент использования конструктивной ширины захвата – 1,0.

Ответ: 1 комбайн.

1.4.55. При изменении высоты среза жатки зерноуборочного комбайна КЗС-7 (пропускная способность 7 кг/с) содержание соломы по отношению к зерну в зерноворохе изменилось со 120% до 90%. Как изменится площадь, убираемая комбайном за час чистого времени, если в том и другом случае принять одинаковую пропускную способность?

Ответ: увеличится в 1,16 раза.

1.4.56. Агрегат Беларусь 800+СПУ-4 за 10 дней засеял 250 га. Известно, что он работал по 10 часов в день, а непроизводительные затраты времени были в два раза меньше производительных. Какова средняя эксплуатационная скорость (км/ч) агрегата?

Ответ: 9,36 км/ч.

1.4.57. Сколько потребуется агрегатов Беларусь 820+ПРТ-7А (грузовместимость 5 т) для внесения органических удобрений на площади 130 га при дозе 40 т/га в течение 15 рабочих дней, если длительность рабочего дня будет принята 10 ч? Известно также:

среднее расстояние перевозки органики 2,5 км;

средняя скорость агрегата при транспортировке – 15 км/ч;

время, затрачиваемое в поле на внесение удобрений – 0,1 ч;

погрузка осуществляется погрузчиком с производительностью – 50 т/ч;

затраты на дополнительные операции в зоне погрузки – 0,05 ч;

внецикловые нормируемые затраты – 15% от длительности рабочего дня.

Ответ: 5 агрегатов.

1.4.58. Агрегат Беларусь 820+СПУ-4, двигаясь челночным способом со средней скоростью 7 км/ч, затрачивал на один кинематический цикл 10 мин, из которых 1 мин занимали холостые ходы (повороты). Норма высева семян – 200 кг/га, грузовместимость бункера 0,5 т, время на загрузку бункера – 6 мин.

Рассчитать количество семян (массу), расходуемое агрегатом за 1 нормо-смену, если внецикловые нормируемые затраты составляют 20% от времени смены (время нормо-смены – 7 часов).

Ответ: 2450 кг.

1.5. Эксплуатационные затраты при работе агрегатов

1.5.1. Затраты труда

Прямые затраты труда механизаторов:

– на единицу объема выполненных работ (ч/га, ткм, м³)

$$Z_M = \frac{m}{W_{\text{ч}}}, \quad (1.100)$$

где m – количество механизаторов, обслуживающих агрегат, чел.;

$W_{\text{ч}}$ – производительность за час времени смены, га (ткм, м³)/ч;

– на единицу продукции (ч/т)

$$Z'_M = \frac{m}{W_{\text{ч}} \cdot H}, \quad (1.101)$$

где H – урожайность культуры, т/га.

Общие затраты труда:

– на единицу объема выполненных работ

$$Z_o = \frac{m+n}{W_{\text{ч}}}, \quad (1.102)$$

где n – количество вспомогательных рабочих, обслуживающих агрегат, чел.;

– на единицу продукции

$$Z'_o = \frac{m+n}{W_{\text{ч}} \cdot H}. \quad (1.103)$$

При возделывании сельскохозяйственной культуры затраты труда на 1 га площади

$$Z_{\text{га}} = \sum Z_i, \quad (1.104)$$

где Z_i – затраты труда на 1 га по видам работ, ч.

Если при возделывании культуры урожайность основной продукции (т/га) составляет h_1 , а побочной – h_2 , то затраты труда в расчете на 1 т основной и побочной продукции (ч/т) составят

$$Z_{\text{т}} = Z_{\text{га}} / (h_1 \cdot \delta_1 + h_2 \cdot \delta_2); \quad (1.105)$$

$$Z'_{\text{т}} = Z_{\text{т}} \cdot \delta_2, \quad (1.106)$$

где $Z_{\text{т}}$, $Z'_{\text{т}}$ – затраты труда соответственно на 1 т основной и побочной продукции;

δ_1, δ_2 – доля затрат труда соответственно на основную и побочную продукции.

1.5.2. Расход топлива

Общий расход топлива за смену (кг)

$$Q = G_{T_p} \cdot T_p + G_{T_x} \cdot t_x + G_{T_o} \cdot t_o, \quad (1.107)$$

где $G_{T_p}, G_{T_x}, G_{T_o}$ – соответственно часовой расход топлива при рабочем ходе агрегата, холостом ходе и на остановках, кг/ч;

T_p, t_x, t_o – соответственно основное время работы, время холостых поворотов и заездов, время остановок, ч.

Расход топлива на единицу выполненной работы (кг/га (т, ткм, м³)) (его еще называют удельным расходом, гектарным или погектарным) определяют как

$$\theta = \frac{Q}{W_{см}} = \frac{g_T}{0,36} k(1 + \sigma_T), \quad (1.108)$$

где $g_T = \frac{G_{T_p}}{N_T}$ – удельный тяговый расход топлива, кг/кВт·ч;

σ_T – коэффициент, учитывающий долю расхода топлива при холостом ходе и остановках агрегата.

Часовой расход топлива

$$G_{T_p} = G_{хд} + (G_{T_n} - G_{хд}) \frac{N_{e_p}}{N_{e_n}}; \quad (1.109)$$

$$G_{T_x} = G_{хд} + (G_{T_n} - G_{хд}) \frac{N_{e_x}}{N_{e_n}}; \quad (1.110)$$

где $G_{хд}, G_{T_n}$ – максимальный часовой расход топлива на холостом ходу двигателя и при номинальном его режиме, кг/ч;

N_{e_p}, N_{e_x} – мощность двигателя на рабочем и холостом ходу агрегата, кВт.

Расход топлива при холостом ходе двигателя при максимальной частоте вращения коленчатого вала $G_{хд} \cong (0,27-0,30) G_{T_n}$, а при минимальной – $G_{T_o} = (0,12-0,15) G_{T_n}$.

1.5.3 Затраты энергии при работе агрегата

Полезная удельная энергоёмкость (кВт·ч/га)

$$A = \frac{N_{T_p} \cdot T_p}{W_{cm}} = \frac{k}{0,36} \quad (1.111)$$

или Дж/га $A = 10^7 k$. (1.112)

Тяговая удельная энергоёмкость (кВт·ч/га)

$$A_T = \frac{N_{T_p} \cdot T_p + N_{T_x} \cdot t_x}{W_{cm}} = \frac{1}{0,36} \left(k + \frac{G_a f_M (1-\varphi)}{B \cdot \varphi} \right) \quad (1.113)$$

или Дж/га $A_T = 10^7 \left(k + \frac{G_a \cdot f_M (1-\varphi)}{B \cdot \varphi} \right)$. (1.114)

Эффективная удельная энергоёмкость (кВт·ч/га)

$$A_e = \frac{N_{e_p} \cdot T_p + N_{e_x} \cdot t_x + N_{e_o} t_o}{W_{cm}} \quad (1.115)$$

или Дж/га $A_e = 10^7 \left(\frac{k}{\eta_{T_p}} + \frac{G_a \cdot f_M (1-\varphi)}{B \cdot \varphi \cdot \eta_{T_x}} \right) + \frac{H_n \cdot G_{T_o} \cdot t_o \cdot \eta_o}{W_{cm}}$. (1.116)

Полная удельная энергоёмкость (кВт·ч/га)

$$A_{\Pi} \cong 11,6 \cdot \theta \quad (1.117)$$

или Дж/га $A_{\Pi} = H_n \cdot \theta$, (1.118)

где N_{T_p}, N_{T_x} – тяговая мощность соответственно на рабочем и холостом ходу агрегата, кВт;

G_a – вес агрегата, кН;

N_{e_o} – затраты мощности на остановках агрегата, кВт;

η_{T_p}, η_{T_x} – тяговый КПД трактора при рабочем и холостом ходах агрегата;

η_o – эффективный КПД двигателя;

H_n – удельная теплота сгорания топлива, Дж/кг. Принимается равной $4,166 \cdot 10^7$ Дж/кг.

Механический КПД агрегата

$$\eta_{a_m} = \frac{A}{A_c} \quad (1.119)$$

Энергетический КПД агрегата

$$\eta_{a_s} = \frac{A}{A_{\Pi}} \quad (1.120)$$

Задачи к подразделу 1.5

1.5.1. При луцении стерни агрегатом Беларус 82.1+Л-111 выработка за смену составила 11,4 га. Определить прямые затраты механизаторов на 1 га.

Ответ: 0,61 ч/га.

1.5.2. При скирдовании соломы озимой пшеницы агрегатом Беларус 80.1+ПУ-Ф-0,5 работают один механизатор и два вспомогательных рабочих. Часовая выработка агрегата составляет 1,3 га. Каковы общие затраты труда при скирдовании соломы на 1 га?

Ответ: 2,30 ч/га.

1.5.3. Перед посевом озимой ржи на площади 180 га выполнены следующие виды работ: луцение стерни, погрузка минеральных удобрений, их транспортировка и внесение, погрузка и внесение органических удобрений, вспашка и культивация. Общие затраты труда на каждую из указанных операций составили соответственно 0,61; 0,03; 0,15; 0,80; 4,0; 0,70 и 0,20 ч/га. Определить общие затраты труда на всю посевную площадь.

Ответ: 1168,2 ч.

1.5.4. Прямые затраты труда при возделывании 1 га картофеля составили 188 ч. Каковы затраты труда при возделывании 1 т клубней, если урожайность картофеля составила 14 т/га?

Ответ: 13,43 ч/т.

1.5.5. Общие затраты труда на возделывание 1 га озимой пшеницы составили 14,50 ч. Доля затрат труда на основную и побочную продукцию, соответственно, зерно и солому, составляют 0,82 и 0,18. Урожайность зерна 5 т/га, а коэффициент соломистости 1,2. Определить затраты труда на 1 т зерна и соломы.

Ответ: 2,80 и 0,50 ч/т.

1.5.6. Загрузка двигателя трактора при пахоте на рабочем ходу составляет 0,91, а на холостом в 4 раза меньше. Определить часовой расход топлива на пахоте на рабочем и холостом ходу, если максимальный часовой расход топлива на холостом ходу составляет 7,9 кг/ч, а его номинальный расход – 30 кг/ч.

Ответ: 27,93 и 12,23 кг/ч.

1.5.7. Загрузка двигателя на холостом ходу составляет 13%. Номинальный расход топлива двигателя равен 26,4 кг/ч, а максимальный на холостом ходу – 7,2 кг/ч. Во сколько раз возрастет часовой расход топлива двигателя, если его загрузка увеличится в 2 раза?

Ответ: 1,26.

1.5.8. Определить мощность двигателя на рабочем режиме, если его номинальная мощность 110,5 кВт, а расход топлива на номиналь-

ном и холостом режимах составляет соответственно 28 и 6 кг/ч. Расход же топлива на рабочем режиме принять равным 19 кг/ч. Оцените загрузку двигателя в этих условиях.

Ответ: 65,3 кВт и 59,1%.

1.5.9. Определить расход топлива за смену при обработке посевов гербицидами агрегатом Беларусь 80.1+ОПШ-15М, если время основной работы 4,8 ч, время холостого хода 0,4 ч. Расход топлива на холостом ходу и рабочем ходе агрегата составляет соответственно 2,2, 4,5 и 9 кг/ч.

Ответ: 46,76 кг.

1.5.10. Определить гектарный расход топлива машинно-тракторного агрегата, если расход топлива за смену составил 82 кг, а производительность агрегата за час сменного времени 2,3 га.

Ответ: 5,1 кг/га.

1.5.11. Определить долю расхода топлива при холостом ходе и станках пахотного агрегата Беларусь 1221+ПЛН-5-35П, если гектарный расход топлива 21 кг/га, удельный тяговый расход топлива 0,32 кг/кВт·ч, а удельное сопротивление почвы при пахоте 23 кПа.

Ответ: 0,03.

1.5.12. При лушении стерни агрегатом Беларусь 1221+БПД-5МВ гектарный расход топлива составил 10 кг. Определить коэффициент использования времени смены при работе агрегата, если рабочая скорость агрегата 8 км/ч, коэффициент использования ширины захвата луцильника 0,96, а расход топлива за смену 220 кг.

Ответ: 0,82.

1.5.13. Определить полезную удельную энергоёмкость в кВт·ч/га предпосадочной нарезки гребней под картофель агрегатом «Беларус»-82.1+КРН-4,2, если удельное сопротивление почвы 1,5 кН/м.

Ответ: 4,17 кВт·ч/га.

1.5.14. Определить ту же полезную удельную энергоёмкость по условию задачи 1.5.13, но в КДж/га.

Ответ: $1,5 \cdot 10^4$ кДж/га.

1.5.15. Пахотный агрегат Беларусь 82.1+ПОН-3-35П имеет вес 8,85 кН. Определить его тяговую удельную энергоёмкость в кВт·ч/га, если удельное сопротивление почвы 45 кПа, коэффициент сопротивления перекачиванию плуга 0,15, а коэффициент рабочих ходов при челночном способе движения 0,97.

Ответ: 126,1 кВт·ч/га.

1.5.16. Гектарный расход того же пахотного агрегата (см. задачу 1.5.15) составил 28 кг. Какова полная удельная энергоёмкость вспашки?

Ответ: 324,8 кВт·ч/га.

1.5.17. Удельное сопротивление почвы при вспашке участка плугом ПОН-3-35П составило 45 кПа. Определить в % энергетический КПД пахотного агрегата, если полная удельная энергоёмкость вспашки составила 325 кВт·ч/га.

Ответ: 38,5.

1.5.18. Каким будет гектарный расход топлива при вспашке поля агрегатом Беларус 1523+ПКМ-6-40Р, если часовой расход топлива на холостом режиме двигателя 4 кг/ч, удельный расход на номинальном режиме 220 г/л.с.ч, коэффициент загрузки двигателя на рабочем режиме 0,9, расход топлива на холостом ходу агрегата составляет 20 %, на остановках – 10 % от расхода на рабочем режиме, коэффициент использования времени смены - 0,8, время простоев в течение смены - 1 час, часовая производительность агрегата - 2 га/ч, эффективная мощность двигателя - 150 л.с.?

Ответ: 12,4 кг/га.

1.5.19. Определить прямые затраты труда, если производительность агрегата за час сменного времени составляет - 4 га, а агрегат обслуживает один механизатор.

Ответ: 0,25 ч/га.

1.5.20. Определить расход дизельного топлива на тонну зерна, если комбайн КЗС-7, работая с максимальной загрузкой по пропускной способности молотилки, имеет часовой расход топлива 33 кг. Коэффициент соломистости убираемой культуры – 1, непроизводительные затраты времени в два раза меньше производительных.

Ответ: 3,91 кг/т.

1.5.21. Определить удельные затраты на топливо (у.е./га) за 6-часовую смену на участке с длиной гона 400 м опрыскивателя, имеющего ширину захвата 4,2 м. При этом число распылителей – 18; расход через распылитель – 0,5 л/мин; норма расхода пестицида 300 л/га; время разворота на концах гона – 0,56 мин; среднесменный расход топлива - 50 кг, а его цена за 1 кг – 1 у.е. Другие нормируемые непроизводительные затраты времени - 12 % времени смены.

Ответ: 5,83 у.е./га.

1.5.22. Агрегат Беларус 920+РУ-3000 вносит минеральные удобрения шириной 12 м на скорости 10 км/ч, затрачивая при этом 1,2 часа. Определить затраты труда на единицу продукции, если на один технологический цикл (оборот) он затрачивает 2 часа, а урожайность зерна составила 4 т/га. Внецикловые нормируемые затраты составляют 18 % времени смены.

Ответ: 0,042 ч/т.

1.5.23. Определить удельные затраты на топливо (у.е./га) за 6-часовую смену при комбинированной прополке 6 рядов кукурузы, если на опрыскиватель установлено 6 распылителей, норма внесения пес-

тицида - 200 л/га, расход жидкости через распылитель равен 2,1 л/мин. Среднесменный расход топлива составляет 60 кг, а его цена 1 у.е. за 1 кг. Непроизводительные затраты составляют 40 % времени смены.

Ответ: 4,41 у.е./га.

1.5.24. Зерноуборочный комбайн работает с максимальной загрузкой по пропускной способности молотилки (12 кг/с) и имеет часовой расход топлива 55 кг. Известно, что масса зерна, попадающего в бункер равна массе соломы оказавшейся за это время в копнителе. Определить удельный расход дизельного топлива на тонну зерна при безостановочной работе комбайна.

Ответ: 2,55 кг/т.

Вопросы для самопроверки

1. Какой вид имеет зависимость эффективной мощности двигателя от эффективного крутящего момента и частоты вращения коленчатого вала двигателя?
2. Как зависит удельный эффективный расход топлива двигателя от соответствующего часового расхода топлива и эффективной мощности двигателя?
3. Как определить коэффициент приспособляемости двигателя по моменту?
4. Как определить коэффициент приспособляемости двигателя по оборотам?
5. Как определяется степень неравномерности регулятора двигателя?
6. Как определить частоту вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу, зная номинальную частоту вращения и степень неравномерности регулятора?
7. В каких случаях рационально применять пониженный скоростной режим работы двигателя?
8. Как, используя внешнюю скоростную характеристику двигателя, определить текущее значение крутящего момента в зоне действия регулятора?
9. Как, используя внешнюю скоростную характеристику двигателя, определить текущее значение крутящего момента в корректорной зоне?
10. Как, используя внешнюю скоростную характеристику двигателя, определить текущее значение эффективной мощности двигателя в зоне действия регулятора?

11. Как, используя внешнюю скоростную характеристику двигателя, определить текущее значение эффективной мощности двигателя в корректорной зоне?
12. Как, используя внешнюю скоростную характеристику двигателя, определить текущее значение часового расхода топлива двигателя в зоне действия регулятора?
13. Как, используя внешнюю скоростную характеристику двигателя, определить текущее значение часового расхода топлива двигателя в корректорной зоне?
14. Как, используя свойства регуляторной зоны внешней скоростной характеристики двигателя, определить текущее значение часового расхода топлива при заданной эффективной мощности?
15. Как, используя свойства регуляторной зоны внешней скоростной характеристики двигателя, определить текущее значение часового расхода топлива при заданном крутящем моменте?
16. Как, используя свойства регуляторной зоны внешней скоростной характеристики двигателя, определить текущее значение эффективной мощности при заданном часовом расходе топлива?
17. Как, используя свойства регуляторной зоны внешней скоростной характеристики двигателя, определить текущее значение крутящего момента при заданном часовом расходе топлива?
18. Какой вид имеет математическая зависимость, отражающая условие безостановочной работы двигателя?
19. Какой вид имеет математическая зависимость, отражающая условие рациональной загрузки двигателя?
20. Как определяется допустимый средний момент сопротивления на валу двигателя из условия безостановочной работы?
21. Как определяется допустимый средний момент сопротивления на валу двигателя из условия рациональной загрузки двигателя?
22. Каков физический смысл степени неравномерности тягового сопротивления?
23. Какими показателями оценивается степень использования эффективной мощности и крутящего момента?
24. Какой вид имеет математическая зависимость для определения номинальной касательной силы трактора в агрегате?
25. Какой вид имеет математическая зависимость для определения силы сцепления гусеничных и колесных со всеми ведущими колесами тракторов?
26. Какой вид имеет математическая зависимость для определения силы сцепления для колесных тракторов с одной ведущей осью?
27. Как определяется движущая сила трактора при известных значениях номинальной касательной силы тяги трактора и силы сцепления?
28. Как определить тяговое усилие трактора при достаточном сцеплении?

29. Как определить тяговое усилие трактора при недостаточном сцеплении?
30. Как определяется касательная сила тяги трактора, не используемая по сцеплению?
31. Как определяется касательная сила тяги трактора, не используемая по загрузке?
32. Что такое номинальная тяговая сила ?
33. Что такое потенциальная тяговая характеристика трактора?
34. Для чего используется потенциальная тяговая характеристика трактора?
35. Для чего используется тяговая характеристика трактора?
36. Как определяется коэффициент использования номинального тягового усилия трактора при известном тяговом сопротивлении?
37. Каков вид математической зависимости для определения полного тягового сопротивления сельскохозяйственной машины?
38. Каков физический смысл и вид зависимостей для определения удельного сопротивления?
39. Как определяется тяговое сопротивление через удельное сопротивление?
40. Каким уравнением выражается влияние скорости движения на величину удельного сопротивления ?
41. Какими уравнениями определяется тяговое сопротивление сцепки в зависимости от ее типа?
42. Какой вид имеет математическая зависимость, называемая балансом мощности двигателя?
43. Как определить затраты мощности на тягу машины?
44. Как определить затраты мощности на качение трактора?
45. Как определить затраты мощности на преодоление подъема трактором?
46. Как определить затраты мощности на буксование трактора?
47. Как определить потери мощности в трансмиссии трактора?
48. Чему равна рабочая скорость движения трактора?
49. Чему равна теоретическая (расчетная) скорость движения трактора?
50. Чему равна среднетехническая скорость движения агрегата?
51. Чему равна эксплуатационная скорость движения агрегата?
52. Какая зависимость используется для определения тягового КПД трактора?
53. Какая зависимость используется для определения общего КПД трактора?
54. Какая зависимость используется для определения условного тягового КПД трактора?

55. Какая зависимость применяется для определения коэффициента использования максимальной тяговой мощности трактора?
56. Как расчетным путем определить номинальное тяговое усилие трактора на передаче?
57. Как по тяговой характеристике определить номинальное тяговое усилие трактора на передаче?
58. Как по паспортным данным определить номинальное тяговое усилие трактора на передаче?
59. Как определить максимально возможную ширину захвата простого тягового агрегата?
60. Как определить число машин в составе тягового агрегата?
61. Как определить требуемый фронт сцепки в составе тягового агрегата?
62. Как определить рабочее сопротивление тягового агрегата?
63. Как определить холостое сопротивление тягового агрегата?
64. Как определить затрачиваемую мощность двигателя трактора в составе тягового агрегата?
65. Как определить затрачиваемую мощность двигателя трактора в составе тягово-приводного агрегата?
66. Как определить затрачиваемую мощность двигателя самоходного тягово-приводного агрегата?
67. В чем особенности расчета состава пахотного агрегата?
68. В чем особенности расчета состава комплексных (комбинированных) тяговых агрегатов?
69. В чем особенности расчета состава транспортных машинно-тракторных агрегатов?
70. Как определяется агротехнически допустимая скорость движения МТА?
71. Как определяется максимально допустимая скорость движения агрегата, исходя из пропускной способности основного рабочего органа?
72. Как определяется максимально возможная скорость агрегата по загрузке двигателя?
73. Как определяется кинематическая длина агрегата?
74. Как рассчитывается минимальный радиус поворота трактора?
75. Как рассчитать коэффициент поворотливости агрегата?
76. Как определяется длина выезда агрегата?
77. Каковы зависимости для определения длины беспетлевого поворота на 90° и необходимой ширины поворотной полосы?
78. Каковы зависимости для определения длины петлевого поворота на 90° с открытой петлей и необходимой ширины поворотной полосы?

79. Каковы зависимости для определения длины петлевого поворота на 90^0 с закрытой петлей и необходимой ширины поворотной полосы?
80. Каковы зависимости для определения длины беспетлевого дугообразного поворота на 180^0 и необходимой ширины поворотной полосы?
81. Каковы зависимости для определения длины беспетлевого поворота на 180^0 с прямолинейным участком и необходимой ширины поворотной полосы?
82. Каковы зависимости для определения длины петлевого грушевидного поворота на 180^0 и необходимой ширины поворотной полосы?
83. Каковы зависимости для определения длины петлевого восьмеркообразного поворота на 180^0 и необходимой ширины поворотной полосы?
84. Каковы зависимости для определения длины петлевого грибовидного поворота на 180^0 с открытой петлей и необходимой ширины поворотной полосы?
85. Каковы зависимости для определения длины петлевого грибовидного поворота на 180^0 с закрытой петлей и необходимой ширины поворотной полосы?
86. Как определить коэффициент рабочих ходов?
87. Когда используется челночный способ движения?
88. Когда используется диагонально-челночный беззагонный способ движения?
89. Когда используется диагонально-перекрестный загонный способ движения и как определяется оптимальная ширина загона?
90. Когда используется способ движения всвал и как определяется оптимальная ширина загона?
91. Когда используется способ движения вразвал и как определяется оптимальная ширина загона?
92. Когда используется способ движения перекрытием и как определяется оптимальная ширина загона?
93. Когда используется круговой способ движения и как определяется оптимальная ширина загона?
94. Как определяется часовая и сменная техническая производительность агрегата?
95. Как определяется эксплуатационная производительность агрегата?
96. Как производится расчет сменной технической производительности агрегата по мощности двигателя?
97. В чем физический смысл величины «условный эталонный гектар»?
98. Какой трактор принимается за «условный эталонный трактор»?
99. Как осуществляется перевод физических тракторов в условные эталонные?

100. Как определяется объем работ, выполняемый агрегатов в условных эталонных гектарах?
101. Как производится суммарный учет работы трактора в условных эталонных гектарах за сезон (год)?
102. Как рассчитывается баланс времени смены при работе агрегата?
103. Как определяется коэффициент использования времени смены?
104. Как определяется коэффициент использования работоспособности агрегата?
105. Как определяются затраты труда на единицу объема работ и на единицу продукции?
106. Как определяются общие затраты труда?
107. Из каких составляющих складывается сменный расход топлива при работе машинно-тракторного агрегата?
108. Как определить расход топлива на единицу объема работ (продукции)?
109. Как определяется полезная удельная энергоемкость при работе агрегата?
110. Как определяется тяговая удельная энергоемкость при работе агрегата?
111. Как определяется эффективная удельная энергоемкость при работе агрегата?
112. Как определяется полная удельная энергоемкость при работе агрегата?
113. Как определяется механический и энергетический КПД агрегата?
- 114.

Примеры решения задач

Задача 1. Установлено, что фактическая частота вращения коленчатого вала двигателя Д-260.2С равна 2150 мин^{-1} . Рассчитать значение коэффициента загрузки двигателя по мощности в таких условиях, если:

номинальная эффективная мощность двигателя равна 96 кВт,
номинальная частота вращения коленчатого вала - 2100 мин^{-1} ,
максимальная частота вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу - 2255 мин^{-1} .

Решение. Согласно исходным данным двигатель работает в регуляторной зоне внешней скоростной характеристики ($2150 \text{ мин}^{-1} > 2100 \text{ мин}^{-1}$).

Используя свойство линейной зависимости эффективной мощности двигателя от частоты вращения его коленчатого вала в регуляторной зоне внешней скоростной характеристики, запишем

$$N_{e_i} = N_{e_n} \left(\frac{n_{xx_{\max}} - n_i}{n_{xx_{\max}} - n_H} \right)$$

где $n_{xx_{\max}}$ – частота вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу, $n_{xx_{\max}} = 2255 \text{ мин}^{-1}$;

n_H – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, $n_i = 2100 \text{ мин}^{-1}$;

n_i – текущая частота вращения коленчатого вала двигателя, $n_{xx_{\max}} = 2150 \text{ мин}^{-1}$

N_{e_n} – номинальная эффективная мощность двигателя, $N_{e_n} = 96 \text{ кВт}$.

Коэффициент загрузки двигателя по мощности определяется по формуле

$$\eta_{N_e} = \frac{N_{e_i}}{N_{e_n}}$$

Тогда

$$\eta_{N_e} = \frac{n_{xx_{\max}} - n_i}{n_{xx_{\max}} - n_H} = \frac{2255 - 2150}{2255 - 2100} = 0,677.$$

Ответ: коэффициент загрузки двигателя по мощности равен **0,677**.

Задача 2. Определить тяговое усилие трактора Беларус 1221 (вес 49 кН) при коэффициенте сцепления 0,6 и коэффициенте сопротивления перекатыванию 0,15 при движении по горизонтальному участку, если известно, что касательная сила тяги трактора равна 35 кН.

Решение. Сила сцепления F_c для колесных со всеми ведущими колесами тракторов

$$F_c = \mu G_T \cos \alpha,$$

где G_T – эксплуатационный вес трактора, $G_T = 49 \text{ кН}$;

α – угол подъема рельефа местности, $\alpha = 0$;

μ – коэффициент сцепления движителей с почвой при допустимом буксовании.

Подставляя данные из условия задачи в формулу, получим

$$F_c = 0,6 \cdot 49 \cdot \cos 0^\circ = 29,4 \text{ кН}$$

Движущая сила трактора в агрегате

$$P_{дв} = \begin{cases} P_{кн}, & \text{если } P_{кн} < F_c \\ F_c, & \text{если } P_{кн} > F_c \end{cases}.$$

Следовательно, делаем вывод, что трактор работает при недостаточном сцеплении. Значит, тяговое усилие трактора нужно определять по формуле

$$P_{кр} = F_c - P_f \pm P_\alpha,$$

где $P_f = G_T \cos \alpha \cdot f_T$ – сопротивление перекачиванию трактора, равно

$$P_f = 49 \cdot \cos 0^\circ \cdot 0,15 = 7,35 \text{ кН},$$

P_α – сопротивление подъему или спуску, $P_\alpha = 0$ кН (по условию задачи).

Тогда

$$P_{кр} = 29,4 - 7,35 = 22,05 \text{ кН}.$$

Ответ: тяговое усилие трактора равно 22,05 кН.

Задача 3. Рассчитать количество корпусов навесного плуга для работы в агрегате с трактором Беларус 2522 при удельном тяговом сопротивлении 60 кН/м^2 и глубине пахоты 25 см. Известны также:

вес плуга, приходящийся на один корпус $q_{пл} = 2,9 \text{ кН}$;

тяговое усилие трактора $P_{крн} = 59,7 \text{ кН}$;

коэффициент сопротивления перекачиванию трактора $f = 0,1$;

ширина захвата корпуса плуга $b_{кор} = 35 \text{ см}$;

коэффициент догрузки ведущих колес трактора при навесном агрегатировании $\lambda = 1$;

нормативный коэффициент использования номинального тягового усилия $\eta_n = 0,95$;

работа выполняется на горизонтальном участке.

Решение. Рабочее тяговое сопротивление плуга определяется по зависимости

$$R_a = hb_{кор}n_{кор}k_{пл} + G_{пл}\lambda f_{тр} = n_{кор}(hb_{кор}k_{пл} + q_{пл}\lambda f_{тр}),$$

где $n_{кор}$ – искомое количество корпусов плуга.

С учетом выполнения условия $R_a = \eta_n P_{крн}$, рассчитываем искомое число корпусов плуга по формуле.

$$n_{кор} = \frac{\eta_n P_{крн}}{hb_{кор}k_{пл} + q_{пл}\lambda f_{тр}} = \frac{0,95 \cdot 59,7}{0,25 \cdot 0,35 \cdot 60 + 2,9 \cdot 1 \cdot 0,1} = 10,23.$$

Принимаем число корпусов ближайшим меньшим целым к рассчитанному, то есть $n_{кор} = 10$.

Ответ: Количество корпусов при ширине захвата корпуса 35 см – 10.

Задача 4. Определить выработку агрегата Беларус 1221+ПЛН-5-35 (коэффициент использования конструктивной ширины захвата – 1,1) в усл.эт.га за декаду, если он работает на скорости 9,6 км/ч по 7 часов в день. Непроизводительные затраты времени составляют 30%. Принятая в хозяйстве технически обоснованная норма выработки – 1,2 га/ч, а часовая нормативная выработка – 1,3 усл.эт.га/ч.

Решение. Из условия задачи следует, что коэффициент использования времени смены равен

$$\tau = 1 - 30/100 = 0,7.$$

Часовая техническая производительность агрегата определяется по формуле

$$W_{\text{ч}} = 0,1 v_{\text{р}} B_{\text{р}} \tau = 0,1 \cdot 9,6 \cdot 1,925 \cdot 0,7 = 1,29 \text{ га/ч},$$

где $B_{\text{р}} = \beta B_{\text{к}} = 1,1 \cdot 5 \cdot 0,35 = 1,925 \text{ м}$ – рабочая ширина захвата агрегата,

$v_{\text{р}} = 9,6 \text{ км/ч}$ – рабочая скорость агрегата.

За декаду, работая по 7 часов в день агрегат выполнить объем работ, равный

$$\Omega = 1,29 \cdot 7 \cdot 10 = 90,3 \text{ га}.$$

Соответствующее этому объему работ количество нормо-часов равно

$$T_{\text{нч}} = \Omega / W_{\text{ч}} = 90,3 / 1,2 = 75,25 \text{ нормо-часов},$$

где $W_{\text{ч}}$ – технически обоснованная норма выработки, $W_{\text{ч}} = 1,2 \text{ га/ч}$.

Выработка в усл.эт.га равна

$$U_{\text{усл.эт.га}} = T_{\text{нч}} W_{\text{ч}} = 75,25 \cdot 1,3 = 97,8 \text{ усл.эт.га}.$$

Ответ: выработка агрегата Беларус 1221+ПЛН-5-35 равна 97,8 усл.эт.га.

Задача 5. Определить затраты труда на единицу обработанной площади, если часовая производительность агрегата Беларус 1523+ПЛН-5-35 составила 0,8 га/ч.

Решение. Прямые затраты труда на единицу объема выполненной работы определяется по зависимости

$$Z_{\text{м}} = t / W_{\text{ч}} = 1 / 0,8 = 1,25 \text{ ч/га},$$

где t – количество механизаторов, обслуживающих агрегат;

$W_{\text{ч}}$ – часовая производительность агрегата, га/ч.

Ответ: 1,25 ч/га.

2. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

2.1. Основные принципы рационального построения производственных процессов

К общим принципам построения технологических процессов относятся: непрерывность работы машин или движения обрабатываемого материала; согласованность операций во времени и пространстве; наиболее полная загрузка всех звеньев технологического процесса; наименьшая материало-, машино- и грузооборотаемость; ритмичность (поточность) процессов.

Принцип *поточности (ритмичности)* процессов предполагает, что за равные промежутки времени будет обработано одинаковое количество материала, т.е. требуется равенство производительности всех звеньев комплекса

$$W_{\text{л}} = W_1 \cdot n_{a_1} \cdot T_1 = W_2 \cdot n_{a_2} \cdot T_2 = \dots = W_n \cdot n_{a_n} \cdot T_n, \quad (2.1)$$

где $W_{\text{л}}$ – производительность потока (линии), га/ч (т/ч);

$W_{1\dots n}$ – часовая производительность звеньев потока, га/ч (т/ч);

$n_{a_{1\dots n}}$ – количество машин в звене;

$T_{1\dots n}$ – продолжительность работы каждого звена потока, ч.

Количество машин n_{a_n} в каждом звене потока определяется по основному (ведущему) звену

$$n_{a_n} = \frac{W_1 \cdot n_{a_1} \cdot T_1}{W_n \cdot T_n}. \quad (2.2)$$

При проектировании поточной системы каждого цикла надо обеспечить условие, при котором суточная производительность отдельных групп машин, в том числе и транспортных средств, должна соответствовать производительности ведущего звена в данном цикле (в одних и тех же единицах):

$$n_{a_{\text{осн}}} \cdot W_{\text{см}_{\text{осн}}} \cdot K_{\text{см}_{\text{осн}}} = m_x \cdot W_{\text{см}_{\text{тр}}} \cdot K_{\text{см}_{\text{тр}}} = n_{a_i} \cdot W_{\text{см}_i} \cdot K_{\text{см}_i}, \quad (2.3)$$

ведущее звено → транспортное звено → прочие машины.

Для обеспечения поточности процесса варьируют количеством агрегатов или транспортных средств, а при необходимости меняют время работы за сутки в отдельных звеньях потока.

Задачи к подразделу 2.1

2.1.1. Сколько необходимо автомобилей для транспортировки зерна от 4-х зерноуборочных комбайнов, если часовая производительность автомобиля 8 т/ч, зерноуборочного комбайна 4 га/ч при урожайности зерна 4 т/га?

Ответ: 8 автомобилей.

2.1.2. Сколько необходимо автомобилей для транспортировки зерна от 3-х зерноуборочных комбайнов, если за 1 час автомобиль перевозит 9 т зерна, а один комбайн за 1 час убирает 3 га при урожайности зерна 3 т/га?

Ответ: 3 автомобиля.

2.1.3. Определить потребное количество автомобилей для транспортировки зерна от 2-х зерноуборочных комбайнов, если часовая производительность автомобиля 8 т/ч, производительность комбайнов 20 га за смену, при урожайности зерна 5,5 т/га.

Ответ: 4 автомобиля.

2.1.4. Определить потребное количество транспортных агрегатов для транспортировки зеленой массы от кормоуборочного комбайна, если производительность за час сменного времени транспортного агрегата 5 т/ч, а кормоуборочного комбайна – 5 га/ч, при урожайности зеленой массы 40 т/га.

Ответ: 40 агрегатов.

2.1.5. Определить часовую производительность кормоуборочного комплекса УЭС-2-250 + К-Г-6 (га/ч), если за час сменного времени восемь тракторных транспортных агрегатов Беларусь 1523 + ОЗПП-8573 перевозят на расстояние 5 км силосной массы 80 т при её урожайности 400 ц/га.

Ответ: 2 га/ч.

2.1.6. Определить количество картофелеуборочных агрегатов Беларусь 820+Л-605 с производительностью 0,25 га/ч, если за 7-часовую смену три транспортных агрегата Беларусь 820+ПСТ-6 перевозят к сортировальному пункту 105 т картофеля при его урожайности 300 ц/га.

Ответ: 2.

2.1.7. Определить урожайность зелёной массы (ц/га), убираемой на сенаж кормоуборочным комбайном с производительностью 3,5 га/ч, если за час сменного времени транспортными агрегатами на расстояние 5 км перевозится 70 т массы.

Ответ: 200 ц/га.

2.1.8. Определить часовую производительность транспортного агрегата Беларусь 820+ПСЕ-Ф-12,5Б (т/ч), работающего на отвозке измельченной массы от кормоуборочного комбайна с производительностью 0,5 га/ч к силосным траншеям, если урожайность зеленой массы составляет 12 т/га, а на отвозке массы работает два агрегата.

Ответ: 3 т/ч.

2.1.9. Определить длительность рабочего дня уборочно-транспортного отряда на уборке зерновых с урожайностью 40 ц/га, состоящего из двух комбайнов КЗС-7, производительность каждого из которых составляет 1 га/ч, и автомобиля с производительностью 8 т/ч, если дневная выработка звена составила 80 т.

Ответ: 10 ч.

2.2. Выбор скоростного режима работы агрегата при проектировании производственных процессов

Скоростной режим агрегата устанавливают с учетом загрузки двигателя, пропускной способности машины и качества выполняемой работы (агротехнически допустимой скорости).

Таким образом, рабочая скорость движения выбирается на основании следующих условий

$$v_{p_{\max}}^q \geq v_p \leq v_{p_{\max}}^{N_e}; v_{p_{\min}}^{\text{агр}} \geq v_p \leq v_{p_{\max}}^{\text{агр}}, \quad (2.4)$$

где $v_{p_{\max}}^q$ – скорость движения машины, ограниченная пропускной способностью рабочих органов сельскохозяйственной машины, м/с (км/ч);

$v_{p_{\max}}^{N_e}$ – максимально возможная по нагрузке двигателя скорость, м/с (км/ч).

Максимальная скорость (м/с), ограниченная пропускной способностью рабочих органов сельскохозяйственной машины, определяется по формуле

$$v_{p_{\max}}^q = \frac{10q_d}{B_p H}, \quad (2.5)$$

где q_d – допустимая пропускная способность основного рабочего органа агрегата, кг/с;

B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м;

H – биологическая урожайность культуры, норма внесения материала и т.д., т/га.

$$H = h_3(1 + \delta_c), \quad (2.6)$$

где h_3 – урожайность зерна, т/га;

δ_c – доля побочной продукции (соломы, половы).

Допустимая пропускная способность q_d указывается, как правило, в технической характеристике сельскохозяйственной машины.

При расчете *самоходных зерноуборочных комбайнов* допустимая пропускная способность молотилки (кг/с) определяется в зависимости от урожайности, соломистости и влажности убираемой культуры

$$q_d = 0,6a_1 \cdot q_n \left(1 + b_1 \frac{h_3 - 4}{4}\right) \left(1 + \frac{1}{\delta_c}\right) [1 - 0,03(W_\phi - 15)], \quad (2.7)$$

где a_1 – коэффициент, учитывающий обмолачиваемость культур (для безостых легкообмолачиваемых культур $a_1 = 1$, для труднообмолачиваемых культур при обмолоте однобарабанными комбайнами $a_1 = 0,70$ и при обмолоте двухбарабанными $a_1 = 0,75$);

q_n – номинальная (паспортная) пропускная способность молотилки (в зависимости от вида убираемой культуры), кг/с;

b_1 – коэффициент, учитывающий тип молотильного аппарата (для однобарабанных комбайнов $b_1 = 0,3$, для двухбарабанных — $b_1 = 0,27$);

W_ϕ – фактическая влажность хлебной массы, %.

Допустимую пропускную способность комбайна (кг/с) можно определить, используя зависимость

$$q_d = q_n \cdot k_c \cdot k_\omega \cdot k_3 \cdot k_\Pi, \quad (2.8)$$

где $k_c, k_\omega, k_3, k_\Pi$ – коэффициенты, учитывающие соответственно влияние соломистости, влажности, засоренности и полеглости убираемой культуры.

Коэффициент $k_c = 0,6(1 + \delta_c) / \delta_c$.

Для *картофелеуборочных комбайнов* скорость движения (м/с), ограниченная пропускной способностью

$$v_{P_{\max}}^q = \frac{q_d}{k_{гр} \cdot a \cdot B_p \cdot \gamma}, \quad (2.9)$$

где q_d – допустимая подача вороха на рабочие органы комбайна

$q_d = 220-250$ кг/с), кг/с;

$k_{гр}$ – коэффициент гребнистости поверхности поля ($k_{гр} \approx 0,5$ при гребневой посадке);

a – глубина хода лемеха комбайна, м;

B_p – ширина захвата комбайна, м;

γ – плотность вороха ($\gamma = 1400-1800$ кг/м³), кг/м³.

Затраты мощности на ВОМ определяют по формуле

$$N_{\text{ВОМ}} = N_{\text{ВОМ}_x} + N_{\text{уд}} \cdot q_d, \quad (2.10)$$

где $N_{\text{ВОМ}_x}$ – затраты мощности на холостое прокручивание механизмов комбайна, кВт. Она примерно равна 9–10 кВт для двухрядных комбайнов и 11–12 кВт – для четырехрядных.

$N_{\text{уд}}$ – удельные затраты мощности на технологический процесс составляют соответственно 0,04–0,06 и 0,08–0,09 кВт/кг/с.

Для *льноуборочных комбайнов* скорость движения (м/с), ограниченная пропускной способностью

$$v_{p_{\max}}^q = \frac{q_n}{A \cdot B_p}, \quad (2.11)$$

где q_n – пропускная способность вязального аппарата (4000–4500 стеблей в секунду), стеблей/с;

A – густота стеблестоя льна ($A \approx 1500-2200$ стеблей/м²), стеблей/м².

При этом рабочая скорость $v_p = v_{p_{\max}}^q$, если $v_{p_{\max}}^q \leq v_{p_{\max}}^{\text{агр}}$, если $v_{p_{\max}}^q > v_{p_{\max}}^{\text{агр}}$, то $v_p = v_{p_{\max}}^{\text{агр}}$.

После этого проверяют возможность работы агрегата со скоростью $v_p = v_{p_{\max}}^q$ или $v_p = v_{p_{\max}}^{\text{агр}}$ при допустимой по мощности нагрузке двигателя энергетического средства:

– для тягово-приводного агрегата

$$N_{e_p} = \frac{(R_M + P_f + P_a)v_p}{\eta_{\text{МГ}}\eta_{\delta}} + \frac{N_{\text{ВОМ}}}{\eta_{\text{ВОМ}}}. \quad (2.12)$$

– для самоходного агрегата

$$N_{e_p} = \frac{R_M v_p}{\eta_{\text{МГ}}\eta_{\delta}\eta_{\text{рп}}\eta_{\text{гп}}} + \frac{N_{\text{ВОМ}}}{\eta_{\text{ВОМ}}}, \quad (2.13)$$

где R_M – тяговое сопротивление машины (агрегата), кН;

P_f, P_α – сопротивление качению и подъему трактора, кН;

$\eta_{MG}, \eta_\delta, \eta_{rp}, \eta_{ГП}$ – соответственно КПД, учитывающий механические потери в трансмиссии энергомашин, потери от буксования движителей, клиноремной передачи от ведущего шкива на валу двигателя и гидропривода;

η_{BOM} – КПД ВОМ ($\eta_{BOM} \approx 0,94-0,96$).

Так как при работе льноуборочного агрегата (комбайна) в его состав входит прицеп для сбора вороха, то загрузка двигателя трактора (кВт) будет равна

$$N_{ep} = \frac{(R_M + R_{at} + P_f + P_\alpha)v_p}{\eta_{MG} \cdot \eta_\delta} + \frac{N_{BOM}}{\eta_{BOM}}, \quad (2.14)$$

где $R_M = k_0 \cdot b + G_M \frac{i}{100} + 1,3 \cdot 10^{-4} A \cdot v_p$ – тяговое сопротивление льноуборочного комбайна, кН;

R_{at} – сопротивление прицепа с грузом, кН;

$k_0 \approx 1,0-1,5$ – удельное тяговое сопротивление комбайна, кН/м.

Затраты мощности (кВт) на привод ВОМ определяют по формуле:

$$N_{BOM} = 6,28 n_{BOM} (M_{BOMx} + M_{BOMp}), \quad (2.15)$$

где n_{BOM} – частота вращения ВОМ. Обычно $n_{BOM} = 9 \text{ с}^{-1}$;

$M_{BOMx} \approx 0,08-0,12$ кН·м – крутящий момент на ВОМ при холостом вращении, кН·м;

$M_{BOMp} = 1,13 \cdot 10^{-5} A \cdot v_p$ – крутящий момент на ВОМ при выполнении технологического процесса, кН·м.

Если $N_{ep} < N_{en}$, агрегат должен работать на скорости не выше

$v_p = v_{pmax}^q$ или $v_p = v_{pmax}^{agr}$. Если же $N_{ep} > N_{en}$, то необходимо определить максимально допустимую скорость движения исходя из мощности двигателя.

Максимальная скорость (м/с), исходя из мощности двигателя, для тягово-приводного агрегата определяется по формуле

$$v_{P_{\max}}^{N_e} = \frac{\left(N_{e_n} \eta_{N_e} - \frac{N_{\text{ВОМ}}}{\eta_{\text{ВОМ}}} \right)}{R_M + G_{\text{ТР}} \left(f_{\text{ТР}} \pm \frac{i}{100} \right)} \eta_{\text{МГ}} \cdot \eta_{\delta}, \quad (2.16)$$

где N_{e_n} – номинальная мощность двигателя, кВт;

η_{e_n} – допустимый коэффициент загрузки двигателя ($\eta_{e_n} \approx 0,80-0,95$);

$G_{\text{ТР}}$ – эксплуатационный вес энергомашины, кН;

$f_{\text{ТР}}$ – коэффициент сопротивления качению энергомашины;

i – уклон местности, %.

Для самоходного агрегата

$$v_{P_{\max}}^{N_e} = \frac{\left(N_{e_n} \eta_{N_e} - \frac{N_{\text{ВОМ}}}{\eta_{\text{ВОМ}}} \right)}{R_M} \eta_{\text{МГ}} \eta_{\delta} \eta_{\text{рп}} \eta_{\text{гп}}. \quad (2.17)$$

Значения передаваемой через ВОМ трактора мощности для различных машин определяют по справочной литературе [7].

Тяговое сопротивление рабочей машины с учетом угла склона определяется по выражению

$$R_M = k_v b \pm G_M \frac{i}{100}, \quad (2.18)$$

где G_M – вес машины, кН;

k_v – удельное тяговое сопротивление машины, кН/м.

Тяговое сопротивление комбинированного агрегата определяется по формуле

$$R_M = \sum k_{v_i} b_i n_{M_i} \pm \sum G_{M_i} n_{M_i} \frac{i}{100} + R_{\text{сц}}, \quad (2.19)$$

где k_{v_i} – удельное тяговое сопротивление i -той машины, кН/м;

b_i – ширина захвата i -той машины, м;

n_{M_i} – количество машин в агрегате;

$R_{\text{сц}}$ – тяговое сопротивление сцепки, кН

$$R_{\text{сц}} = G_c \left(f_c \pm \frac{i}{100} \right), \quad (2.20)$$

где G_c – вес сцепки, кН;

f_c – коэффициент сопротивления качению ходовых колес сцепки.

Тяговое сопротивление прицепных машин без выполнения технологической операции определяется по формуле

$$R_{M_x} = G_M \left(f_M \pm \frac{i}{100} \right), \quad (2.21)$$

где f_M – коэффициент сопротивления качению ходовых колес машины.

Для навесных агрегатов

$$R_{M_x} = G_M \left(f_{тр} \pm \frac{i}{100} \right), \quad (2.22)$$

где $f_{тр}$ – коэффициент сопротивления качению ходовых колес трактора.

При работе зерноуборочных комбайнов, машин для внесения удобрений и пестицидов среднее сопротивление (кН) на холостом ходу изменяется с наполнением (опорожнением) бункера или технологической емкости и определяется по формуле

$$R_{M_x} = \left(G_M + \frac{1}{2} G_{гр} \right) \left(f_M \pm \frac{i}{100} \right), \quad (2.23)$$

где $G_{гр}$ – вес груза в бункере или технологической емкости, кН

$$G_{гр} = 9,81 V \gamma \lambda, \quad (2.24)$$

где V – объем технологической емкости (семенного ящика, бункера, кузова и т.п.), м³;

γ – объемная масса соответствующего материала, т/м³;

λ – коэффициент использования объема технологической емкости.

При определении сопротивления этих машин на рабочем ходу следует учитывать полный вес груза в бункере или емкости.

Тяговое сопротивление тракторного транспортного агрегата определяют по формуле

$$R_{a_t} = (G_{гр} + G_{пр}) \left(f_{пр} \pm \frac{i}{100} \right), \quad (2.25)$$

где $G_{пр}$ – вес прицепа, кН;

$f_{пр}$ – коэффициент сопротивления качению ходовых колес прицепа.

Задачи к подразделу 2.2

2.2.1. Определить максимально допустимую скорость движения шестирядного свеклоуборочного комбайна исходя из мощности двигателя (м/с), если номинальная мощность двигателя 117,7 кВт, коэффициент оптимальной загрузки двигателя 0,95, мощность на ВОМ 36 кВт, КПД ВОМ 0,95, КПД трансмиссии 0,9, КПД клиноременной передачи 0,95. Агрегат работает на горизонтальном участке, ширина междурядья 0,45 м, удельное тяговое сопротивление комбайна 8 кН/м.

Ответ: 2,84 м/с.

2.2.2. Определить удельное тяговое сопротивление самоходного свеклоуборочного шестирядного комбайна (кН/м) при работе на горизонтальном участке со скоростью 2,5 м/с, если номинальная мощность двигателя 117,7 кВт, коэффициент загрузки двигателя 0,95, мощность на ВОМ 36 кВт, КПД ВОМ 0,95, КПД трансмиссии 0,9, КПД буксования 0,96, КПД клиноременной передачи 0,95, ширина захвата агрегата 2,7 м.

Ответ: 9,08 кН/м.

2.2.3. Определить рабочую скорость движения (км/ч) картофелеуборочного агрегата Беларусь 80.1+КПК-2 при работе на горизонтальном участке, обеспечивающую как качественную сепарацию вороха, так и оптимальную загрузку двигателя, если агротехнически допустимая скорость движения агрегата 1...5 км/ч, максимально допустимая скорость по пропускной способности сепарирующих органов комбайна 4 км/ч, номинальная мощность двигателя трактора 58,9 кВт, коэффициент загрузки двигателя 0,95, мощность на ВОМ 22 кВт, КПД ВОМ 0,95, КПД трансмиссии 0,85, КПД буксования 0,88, удельное тяговое сопротивление комбайна при уборке – 10 кН/м, вес трактора 32,4 кН, коэффициент сопротивления качению трактора 0,1, междурядье 0,7 м.

Ответ: 4 км/ч.

2.2.4. Определить максимально допустимую скорость движения (м/с) картофелеуборочного агрегата Беларусь 80.1+КПК-2 исходя из мощности двигателя при работе на горизонтальном участке, если затраты мощности на холостое прокручивание механизмов 9,5 кВт, удельные затраты мощности на технологический процесс 0,05 кВт/кг/с, допустимая подача вороха на рабочие органы комбайна 250 кг/с, номинальная мощность двигателя трактора 58,9 кВт, коэффициент загрузки двигателя 0,95, КПД ВОМ 0,95, КПД трансмиссии 0,85, КПД буксования 0,88, тяговое сопротивление комбайна 14 кН, вес трактора 32,4 кН, коэффициент сопротивления качению трактора 0,1.

Ответ: 1,42 м/с.

2.2.5. Определить необходимую эффективную мощность двигателя зерноуборочного комбайна для работы на прямом комбайнировании яровой пшеницы урожайностью 50 ц/га, с коэффициентом соломи-стости 1,5 и влажностью 18 %. При расчёте принять: номинальная пропускная способность молотильного аппарата – 5 кг/с; рабочая ширина захвата – 5 м; КПД буксования – 0,97; механический КПД трансмиссии – 0,9; КПД клиноременной передачи – 0,95; КПД ВОМ – 0,95; масса комбайна с зерном – 10000 кг; коэффициент сопротивления перекачиванию комбайна – 0,08; уклон – 2 %; мощность, затрачиваемая на работу ВОМ: удельная – 8 кВт/кг/с; на холостой ход – 10 кВт; на привод дополнительных механизмов – 3 кВт.

Ответ: 64,4 кВт.

2.2.6. Определить необходимую эффективную мощность двигателя зерноуборочного комбайна для работы на прямом комбайнировании озимой ржи в следующих условиях: урожайность зерна 40 ц/га; коэффициент соломи-стости 1,4; влажность убираемой культуры 25 %. При расчёте принять: номинальная пропускная способность молотильного аппарата – 12 кг/с; рабочая ширина захвата – 7 м; КПД буксования – 0,95; КПД трансмиссии – 0,8; КПД гидропривода 0,8; КПД ВОМ – 0,95; сопротивление комбайна 12,5 кН. Мощность, затрачиваемая на работу ВОМ: удельная – 8 кВт/кг/с; на холостой ход – 10 кВт; на привод дополнительных механизмов – 3 кВт.

Ответ: 145,7 кВт.

2.2.7. Максимально допустимая по пропускной способности ($q_{\text{доп}}=6$ кг/с) скорость движения зерноуборочного комбайна составляет 4 км/ч. Определить коэффициент использования конструктивной ширины захвата шестиметровой валковой жатки, если коэффициент соломи-стости убираемой культуры составляет 1,4, а её урожайность – 40 ц/га.

Ответ: 0,9375.

2.2.8. Зерноуборочный комбайн с четырёхметровой жаткой убирает ячмень, урожайность которого составляет 30 ц/га при биологическом (определённом при полном срезании стеблей) коэффициенте соломи-стости 1,2 и средней высоте растений 70 см. Как изменится скорость номинально загруженного по пропускной способности (5 кг/с) комбайна, если изменить высоту среза с 3 см до 20 см?

Ответ: увеличится на 1,31 км/ч.

2.3. Показатели организации производственных процессов

Во время работы в загоне агрегат выполняет рабочие (технологические) ходы, развороты (холостой ход), проводится его техническое и технологическое обслуживание. Контроль за объёмом выполняемой

работы в течение смены (самоконтроль) осуществляется по таким показателям: время цикла – $t_{ц}$; количество циклов за смену – $n_{ц}$; производительность за цикл – $W_{ц}$, га /цикл.

При внесении удобрений, посеве и посадке сельскохозяйственных культур необходимо согласование длины гона с вместимостью технологической емкости. На уборочных работах при больших размерах полей целесообразна прокладка разгрузочных магистралей, чтобы сократить потери времени, связанные с технологическим обслуживанием агрегатов.

Для согласования длины гона с вместимостью технологической емкости пользуются равенством

$$l_{ост} B_p H / 10^4 = V \gamma \lambda, \quad (2.26)$$

где $l_{ост}$ – путь между технологическими остановками (наполнение бункера зерноуборочного комбайна, освобождение емкости разбрасывателя и т.п.), м;

B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м;

H – норма внесения удобрений (высева семян), урожайность и т.д., кг/га.

Значение λ одновременно учитывает как заполнение, так и опорожнение технологической емкости. Например, при посеве семян для обеспечения равномерности высева не допускается полное опорожнение семенного бункера (ящика).

На основании равенства (2.26) путь между двумя технологическими остановками определяется по формуле

$$l_{ост} = \frac{10^4 V \gamma \lambda}{B_p H}. \quad (2.27)$$

Соответствующее количество рабочих ходов агрегата в зависимости от длины гона равно

$$n_p = \frac{l_{ост}}{L_p}, \quad (2.28)$$

где L_p – рабочая длина гона, м.

Длину гона L_p в соответствии с этим равенством выбирают такой, чтобы n_p было целым числом: четным, если технологическое обслуживание агрегата осуществляют на одном конце загона, и нечетным – при двустороннем технологическом обслуживании. Более эффективно с практической точки зрения одностороннее технологическое обслуживание при меньших потерях времени смены, уменьшается также потребность в разгрузочных средствах.

По формуле (2.27) при уборке сельскохозяйственных культур можно рассчитать расстояние между разгрузочными магистралями, на которых выгружается технологический материал из бункера комбайна в кузов транспортного средства. При этом V соответствует вместимости бункера комбайна, а H – урожайности убираемой сельскохозяйственной культуры.

Время цикла работы агрегата. Движение машинных агрегатов на загоне в большинстве случаев характеризуется определенной циклическостью. Время цикла включает продолжительность рабочего и холостого движения агрегата, а также технологических остановок. Цикл может быть *кинематическим* (время на выполнение одного круга для таких операций, как пахота, культивация, скашивание хлебов или трав в валки и т.д.) и *технологическим* (это время от одного технологического обслуживания до другого, связанного с опорожнением или наполнением емкостей, при выполнении работ по внесению удобрений, посеву или уборке сельскохозяйственных культур).

Время для кинематического цикла рассчитывается по формуле

$$t_{\text{цк}} = \frac{10^{-3}}{3,6} \left(\frac{2 \cdot L_p}{v_p} + \frac{2 \cdot l_x}{v_x} + 60t_{\text{оп}} \right), \quad (2.29)$$

для технологического

$$t_{\text{цк}} = \frac{10^{-3}}{3,6} \left(\frac{l_{\text{ост}}}{v_p \cdot \varphi} + 60t_{\text{от}} \right), \quad (2.30)$$

где l_x – длина поворота, м;

v_p, v_x – скорость движения агрегата соответственно на рабочем и холостом ходу (принимают $v_p \approx v_x$), м/с;

$t_{\text{оп}}, t_{\text{от}}$ – время остановок на технологические отказы (очистка рабочих органов и т.п.) и технологическое обслуживание агрегата (засыпка семян, погрузка удобрений, разгрузка бункера и т.п.), приходящееся на один круг, мин;

φ – коэффициент рабочих ходов.

Зная время на одно технологическое обслуживание или отказ и длину пути между двумя технологическими остановками $l_{\text{ост}}$, определяют время остановки на технологическое обслуживание, приходящееся на один кинематический круг

$$t_{\text{оп}} = 2 \cdot L_p \cdot t_{\text{от}} / l_{\text{ост}}. \quad (2.31)$$

Количество циклов работы агрегата за смену определяют по формуле

$$n_{\text{ц}} = (T - t_2 - t_5 - t_6) / t_{\text{ц}}, \quad (2.32)$$

где T – продолжительность смены ($T = 7$ ч), ч.

Время на техническое обслуживание агрегата в течение смены t_2 составляет 0,17–0,5 ч (в зависимости от сложности агрегата). Время регламентированных перерывов на отдых и личные надобности обслуживающего персонала t_5 принимают 0,42–0,64 ч. Подготовительно-заключительное время t_6 определяется по формуле

$$t_6 = t_{\text{ЕТО}} + t_{\text{ПП}} + t_{\text{ПН}} + t_{\text{ПНК}}, \quad (2.33)$$

где $t_{\text{ЕТО}}$ – время на проведение ежесменного технического обслуживания трактора и машины, ч;

$t_{\text{ПП}}$ – время на подготовку агрегата к переезду ($t_{\text{ПП}} \approx 0,06\text{--}0,08$), ч;

$t_{\text{ПН}}$ – время на получение наряда и сдачу работы ($t_{\text{ПН}} \approx 0,07\text{--}0,11$), ч;

$t_{\text{ПНК}}$ – время на переезды в начале и конце смены, ч.

Производительность агрегата за кинематический и технологический циклы равна (га):

$$W_{\text{Цк}} = (2 \cdot B_p \cdot L_p) / 10^4; \quad (2.34)$$

$$W_{\text{Цк}} = (l_{\text{ост}} \cdot B_p) / 10^4, \quad (2.35)$$

за действительное время смены

$$W_{\text{см}}^{\text{д}} = W_{\text{Ц}} \cdot n_{\text{Ц}}, \quad (2.36)$$

Действительное время смены (ч) находится по формуле

$$T_{\text{д}} = t_{\text{Ц}} \cdot n_{\text{Ц}} + t_2 + t_5 + t_6 \quad (2.37)$$

или

$$T_{\text{д}} = T_p + t_{\text{Ц}} + t_1 + t_2 + t_5 + t_6, \quad (2.38)$$

где $T_p = (2 \cdot L_p \cdot n_{\text{Ц}}) / (3600 \cdot v_p)$ – время основной работы агрегата в течение смены для кинематического цикла, ч;

$T_p = (l_{\text{ост}} \cdot n_{\text{Ц}}) / (3600 \cdot v_p)$ – то же для технологического цикла, ч;

$t_x = (2 \cdot l_x \cdot n_{\text{Ц}}) / (3600 \cdot v_x)$ – время холостых поворотов за смену для кинематического цикла, ч;

$t_x = (l_x \cdot n_{\text{Ц}}) / (3600 \cdot v_x)$ – то же для технологического цикла, ч.

Длина холостого хода l_x для кинематического цикла (длина поворота) определяется по рис. 1.7. Для технологического цикла $l_x = l_{\text{ост}}(1 - \varphi) / \varphi$.

Время остановок за смену (ч) для технологического обслуживания соответственно для кинематического и технологического цикла равно

$$t_1 = t_{оп} \cdot n_{ц}, \quad (2.39)$$

$$t_1 = t_{о_1} \cdot n_{ц}. \quad (2.40)$$

Коэффициент использования времени смены определяется как отношение времени основной работы агрегата в течение смены к действительному времени смены

$$\tau = T_p / T_d. \quad (2.41)$$

Расчет дополнительных операций. Производственный процесс, как правило, состоит из нескольких операций. Режим работы основного агрегата определяет режим работы вспомогательных агрегатов. Например, при уборке кукурузы на силос количество транспортных средств и режим их работы обуславливаются условиями и режимом работы силосоуборочных агрегатов. При внесении органических удобрений разбрасывателем работа погрузчика зависит от организации и режима работы навозоразбрасывателей.

В большинстве случаев дополнительные операции являются транспортными и погрузочно-разгрузочными. Расчет дополнительных операций заключается в выборе агрегатов для выполнения этих операций и определении их потребного количества.

Транспортный агрегат. Потребное количество транспортных средств для обслуживания основного агрегата (зерноуборочного, силосоуборочного, картофелеуборочного комбайнов и других агрегатов) определяют по формуле

$$m_{тр} = t_{ц_тр} / t_{ц_т}, \quad (2.42)$$

где $t_{ц_тр}$ – время цикла(время рейса) транспортного агрегата, ч;

$t_{ц_т}$ – время технологического цикла основного агрегата, ч.

Время цикла работы основного агрегата при условии, что загрузка или опорожнение технологической ёмкости происходит без его остановки (например, для силосоуборочного комбайна это будет время заполнения кузова автомобиля или тракторного прицепа и т.д.), определяют по формуле

$$t_{ц_т} = t_{ост} = \frac{l_{ост}}{3600 \cdot v_p \phi} = \frac{V_{тр} \lambda_{тр}}{0,36 B_p v_p \phi h}, \quad (2.43)$$

где $V_{тр}$ – объём кузова транспортного средства, м³;

$\lambda_{тр}$ – коэффициент использования объёма кузова транспортного средства.

При условии, что эти операции осуществляются при остановках (например, для зерноуборочного комбайна – время заполнения и выгрузки бункера, для посевного агрегата – время загрузки сеялки и

опорожнения семенных ящиков и т.д.) время цикла работы технологического агрегата определяют по формуле

$$t_{цр} = t_{ост} + t_{п}. \quad (2.44)$$

Время цикла работы транспортного средства (время рейса)

$$t_{цр} = t_{гр} + t_{хх} + t_{п} + t_{р} + t_{ож}, \quad (2.45)$$

где $t_{гр}$ – время движения с грузом на расстояние $l_{гр}$ при скорости $v_{гр}$, ч;

$t_{хх}$ – время движения без груза на расстояние $l_{хх}$ при скорости $v_{хх}$, ч;

$t_{р}$ – время на разгрузку, ч;

$t_{п}$ – время на погрузку, ч;

$t_{ож}$ – время ожидания погрузки и разгрузки, ч.

Погрузочный агрегат. Производительность погрузочного агрегата (т/ч) определяют по уравнению

$$W_{погч} = W_{рн} \cdot K_{Г} \cdot \tau_{п}, \quad (2.46)$$

где $W_{рн}$ – расчетная производительность погрузчика (по технической характеристике), т/ч;

$K_{Г} = \gamma : \gamma_{р}$ – коэффициент использования грузоподъемности погрузчика;

$\gamma_{р}$ – расчетная объемная масса груза, т/м³;

$\tau_{п} = n_{дн} : n_{рн}$ – коэффициент использования времени смены.

Количество действительных погрузок равно

$$n_{дн} = \frac{T - t_2 - t_5 - t_6}{t_{цр}} \cdot m_x, \quad (2.47)$$

расчетных погрузок

$$n_{рн} = (T - t_2 - t_5 - t_6) / t_{п}, \quad (2.48)$$

где $t_{п} = q_{ф} / W_{рн} + t_{м}$ – время на погрузку и замену транспорта, ч;

$t_{м}$ – время маневрирования транспорта в зоне погрузки, ч.

$q_{ф}$ – количество груза, перевозимого транспортным средством за один рейс, т

$$q_{ф} = V_{тр} \gamma \lambda_{тр}. \quad (2.49)$$

Количество транспортных агрегатов, необходимых для полной загрузки погрузчика (при $\tau_{п} = 1$),

$$m_{тр} = t_{цтр} / t_{п} \quad (2.50)$$

Задачи к подразделу 2.3

2.3.1. Определить время цикла (рейса) агрегата Беларусь 80.1+МТТ-4У при внесении минеральных удобрений (в часах), если общее время движения с грузом и без груза 0,39 ч, время погрузки 0,24 ч, время ожидания погрузки 0,08 ч, путь между двумя технологическими обслуживаниями агрегата 10416 м, рабочая скорость движения агрегата по полю 2,5 м/с, коэффициент рабочих ходов 0,8.

Ответ: 2,16 ч.

2.3.2. Определить путь между двумя технологическими обслуживаниями агрегата Беларусь 80.1+ПРТ-7А на внесении органических удобрений (в метрах), если время цикла (рейса) агрегата 0,8 ч, время движения с грузом и без груза 0,39 ч, время погрузки 0,24 ч, время ожидания погрузки 0,07 ч, коэффициент рабочих ходов 0,5, рабочая скорость движения агрегата по полю 1,5 м/с.

Ответ: 270 м.

2.3.3. Определить рабочую скорость движения агрегата Беларусь 80.1+МТТ-4Ш при внесении минеральных удобрений (м/с), если ширина захвата агрегата 10 м, норма внесения удобрений 0,25 т/га, грузоподъемность разбрасывателя 4 т, коэффициент рабочих ходов 0,8, время между технологическими обслуживаниями агрегата 2 часа.

Ответ: 2,78 м/с.

2.3.4. Определить время цикла (рейса) тракторного транспортного агрегата Беларусь 80.1+ПТС-6 (в часах), обслуживающего картофелеуборочный агрегат Беларусь 80.1+ПКК-2-02 «Полесье», если погрузка в прицеп осуществляется на остановке комбайна с учетом времени ожидания наполнения каждого бункера, путь наполнения бункера комбайна 476,2 м, рабочая скорость движения комбайна по полю – 1,2 м/с, коэффициент рабочих ходов 0,88, время выгрузки 1 бункера – 0,05 ч, прицеп вмещает 4 бункера, общее время движения с грузом и без груза – 0,56 ч, время разгрузки прицепа – 0,2 ч.

Ответ: 1,46 ч.

2.3.5. Определить время цикла (рейса) тракторного транспортного агрегата Беларусь 1523+ОЗТП-9552 (в часах), обслуживающего картофелеуборочный агрегат Беларусь 80.1+ПКК-2-02 «Полесье», если погрузка в прицеп осуществляется на остановке комбайна с учетом времени ожидания наполнения каждого бункера, время выгрузки 1 бункера – 4 минуты, вместимость прицепа – 5 бункеров, время ожидания погрузки 0,2 ч, вместимость бункера комбайна 2 т, время разгрузки прицепа 2 минуты на 1 т груза, общее время движения с грузом и без груза – 0,6 ч.

Ответ: 2,26 ч.

2.3.6. Определить коэффициент использования времени смены погрузочного агрегата Беларусь 80.1+ПФС-0,75 при погрузке минеральных удобрений в подкормщик РШУ-12 агрегируемый с трактором Беларусь 80.1, если время всех регламентированных перерывов погрузчика в течение смены 0,9 ч, количество расчетных погрузок 305, время рейса подкормщика 0,56 ч, на подкормке используют 5 агрегатов.

Ответ: 0,18.

2.3.7. Определить время технологического цикла (в часах) работы копателя-погрузчика картофеля в агрегате с трактором Беларусь 82.1 при обслуживании транспортным агрегатом Беларусь 1523+ППТС-9, если объем прицепа 13 м³, коэффициент наполнения прицепа 0,95, плотность картофеля 0,68 т/м³, ширина захвата копателя-погрузчика 2,1 м, урожайность картофеля 20 т/га, рабочая скорость движения уборочного агрегата по полю 1,25 м/с, коэффициент рабочих ходов 0,9, время одной технологической остановки 0,5 минуты.

Ответ: 0,3 ч.

2.3.8. Определить производительность (т/ч) свеклопогрузчика на погрузке сахарной свеклы из временных кагатов в автомобиль ЗИЛ-ММЗ-554М, если техническая производительность погрузчика 200 т/ч, количество действительных погрузок 120, количество расчетных погрузок 171, коэффициент использования грузоподъемности погрузчика 1,0.

Ответ: 140 т/ч.

2.3.9. Определить время рейса (в часах) транспортного агрегата Беларусь 80.1 + ППТС-6 при погрузке прицепа на рабочем ходу самоходного шестирядного свеклоуборочного комбайна и транспортировке сахарной свеклы к временным кагатам, если объем прицепа 12,8 м³, плотность груза 0,62 т/м³, номинальная грузоподъемность транспортного средства 6 т, рабочая скорость движения комбайна 1,5 м/с, коэффициент использования времени смены 0,9, ширина междурядья 0,45 м, урожайность свеклы 30 т/га, время на разгрузку прицепа 0,2 ч, общее время движения с грузом и без груза 0,65 ч.

Ответ: 1 ч.

2.3.10. Определить коэффициент использования времени смены погрузочного агрегата Беларусь 80.1 + П-10 при погрузке минеральных удобрений в разбрасыватель МСВД-0,5, агрегируемый с трактором Беларусь 80.1, если время всех регламентированных перерывов погрузчика в течение смены 0,75 ч, время рейса разбрасывателя 0,85 ч, на внесении удобрений работает 7 агрегатов «Беларусь»-80.1+МСВД-0,5, количество расчетных погрузок 325.

Ответ: 0,16.

2.3.11. Определить время между технологическими обслуживаниями агрегата Беларусь 80.1+Л-202 при посадке картофеля (в часах),

если загрузка сажалки семенами производится на поворотной полосе, вместимость семенного бункера 0,6 т, норма посадки картофеля 2,1 т/га, междурядье 0,7 м, рабочая длина гона 280 м, рабочая скорость движения агрегата по полю 2,64 м/с, коэффициент рабочих ходов 0,72.

Ответ: 0,12 ч.

2.3.12. Определить время технологического цикла (в часах) работы шестирядного свеклоуборочного комбайна при заполнении прицепа тракторного транспортного агрегата Беларусь 1523+ОЗТП-8573 на рабочем ходу, если объем прицепа 17 м³, коэффициент наполнения прицепа 0,95, плотность свеклы 0,62 т/м³, ширина захвата комбайна 2,7 м, урожайность свеклы 36 т/га, рабочая скорость движения уборочного агрегата по полю 2 м/с, коэффициент рабочих ходов 0,8, время одной технологической остановки 1 минута.

Ответ: 0,19 ч.

2.3.13. Через сколько минут необходимо произвести заправку посевного агрегата Беларусь 1221+СПУ-6 на поворотной полосе, если вместимость семенного бункера 0,68 т, норма высева семян 0,2 т/га, рабочая длина гона 828 м, рабочая скорость движения агрегата по полю 2,7 м/с, коэффициент рабочих ходов 0,75?

Ответ: 40,89 мин.

2.3.14. Определить рабочую скорость движения агрегата Беларусь 80.1+КДН-210 при скашивании многолетних трав в валок на горизонтальном участке, если номинальная мощность двигателя трактора 58,9 кВт, коэффициент оптимальной загрузки двигателя 0,92, мощность на ВОМ 4,5 кВт, КПД ВОМ 0,95, КПД трансмиссии 0,8, КПД буксования 0,97, удельное тяговое сопротивление косилки 0,8 кН/м, вес трактора 32,4 кН, коэффициент сопротивления качению трактора 0,08. Агротехнически допустимая скорость движения агрегата 1,7-3,3 м/с.

Ответ: 3,3 м/с.

2.3.15. Вывозку и внесение минеральных удобрений осуществляет агрегат Беларусь 1523 с прицепным разбрасывателем грузоподъемностью 8 т. Погрузка осуществляется погрузчиком П-10 производительностью 18 т/ч. Расстояние до поля 2 км, транспортная скорость разбрасывателя 20 км/ч, время разбрасывания удобрений в поле 1,8 ч за один рейс. Определить количество разбрасывателей для согласованной работы с погрузчиком.

Ответ: 6 разбрасывателей.

2.3.16. На прифермском навозохранилище работает погрузчик с производительностью 40 т/ч. Навоз вывозится на расстояние 4 км и разбрасывается агрегатами Беларусь 80.1+ ПРТ-7А грузоподъемностью 7 т. Время разбрасывания 6 мин., скорость движения с грузом

на поле 16 км/ч, без груза – 20 км/ч. Определить количество разбрасывателей для бесперебойной работы погрузчика.

Ответ: 5 разбрасывателей.

2.4. Проектирование технологических карт

Технологические карты разрабатывают с целью рациональной организации производства: расчета парка машин, составления графика работ, определения экономических показателей при возделывании различных сельскохозяйственных культур.

Расчет технологической карты для группы взаимосвязанных сельскохозяйственных работ начинают с основной технологической операции (уборка, внесение удобрений и др.).

Количество рабочих дней не должно превышать сроков проведения полевых работ в днях, установленных научными учреждениями данной зоны.

Количество рабочих дней рассчитывают по формуле

$$D_p = D_k \cdot K_{\text{ТТ}} \cdot K_{\text{ИМ}}, \quad (2.51)$$

где D_k – календарный срок проведения полевых работ, дней;

$K_{\text{ТТ}}$ – коэффициент технической готовности агрегата;

$K_{\text{ИМ}}$ – коэффициент использования времени по метеоусловиям.

При $K_{\text{ИМ}} \leq 0,8$, $K_{\text{ТТ}} = 1,0$, а при $K_{\text{ИМ}} > 0,8$, $K_{\text{ТТ}} = 0,95$.

С другой стороны $D_p = D_p^{\text{опт}}$, где $D_p^{\text{опт}}$ – оптимальный срок работы по рекомендациям ученых и производственного опыта работы в условиях республики.

Продолжительность рабочего дня принимается по режиму, установленному для данного сельскохозяйственного предприятия. Нормативная продолжительность смены в сельском хозяйстве 7 ч, а при работе с пестицидами – не более 6 ч. Обычно в расчетах принимают 7; 10,5; 14 и 21 час. Тогда коэффициент сменности будет соответственно 1, 1,5, 2 и 3.

Продолжительность работ вспомогательных агрегатов (погрузчика, заправщика, технологического транспорта и др.) устанавливают исходя из продолжительности рабочего дня основного агрегата.

Количество нормо-смен на выполнение заданной работы

$$N_{\text{см}} = U_{\phi} / W_{\text{см}}, \quad (2.52)$$

где U_{ϕ} – объем работы на агрегаты данного типа, га (т, ткм);

$W_{\text{см}}$ – выработка за смену, га (т, ткм)/см.

Потребное количество агрегатов определяют, прежде всего, для основной сельскохозяйственной операции в сложном процессе (например, на работу Беларус 80.1+Л-202 – при посадке картофеля)

$$n_a = \frac{U_\phi}{D_p^{\text{опт}} \cdot W_{\text{см}} \cdot K_{\text{см}}} = \frac{U_\phi}{D_p^{\text{опт}} \cdot W_\phi \cdot T_{\text{сут}}}, \quad (2.53)$$

где $T_{\text{сут}}$ – количество часов работы МТА в сутки, ч;

$K_{\text{см}}$ – коэффициент сменности, $K_{\text{см}} = T_{\text{сут}} / T = T_{\text{сут}} / 7$.

Количество агрегатов округляют до ближайшего большего целого числа n_{a_ϕ} и при необходимости корректируется количество рабочих дней

$$D_p^\phi = \frac{U_\phi}{n_{a_\phi} \cdot W_{\text{см}} \cdot K_{\text{см}}} \quad (2.54)$$

или продолжительность рабочего дня

$$T_{\text{сут}}^\phi = \frac{7 \cdot U_\phi}{D_p^{\text{опт}} \cdot n_{a_\phi} \cdot W_{\text{см}}} = \frac{U_\phi}{D_p^{\text{опт}} \cdot n_{a_\phi} \cdot W_\phi}. \quad (2.55)$$

Можно также изменить (перераспределить) объем работы на агрегаты (если заняты два и более различных агрегатов), т.е.

$$U_\phi = n_{a_\phi} \cdot D_p^\phi \cdot W_\phi \cdot T \cdot K_{\text{см}}^\phi. \quad (2.56)$$

Установленный для основной операции сложного процесса режим работы переносится и на взаимосвязанные вспомогательные операции (D_p^ϕ , $T_{\text{сут}}^\phi$), для которых уточняется производительность за час сменного времени (или же сменная выработка агрегата) на основании выражений

$$W_{\text{см}}^\phi = \frac{U_\phi}{D_p^\phi \cdot n_{a_\phi} \cdot K_{\text{см}}^\phi}, \quad (2.57)$$

$$W_\phi = \frac{U_\phi}{D_p^\phi \cdot n_{a_\phi} \cdot T_{\text{сут}}^\phi}, \quad (2.58)$$

где n_{a_ϕ} – количество вспомогательных агрегатов (целое, уточненное после предварительных расчетов значение);

D_p^ϕ , $K_{\text{см}}^\phi$, $T_{\text{сут}}^\phi$ – принимают по расчетам для основного агрегата.

Проверить наличие поточно-групповой организации работы при выполнении сложного процесса можно по формуле

$$W_{\phi_1} \cdot T_{\text{сут}_1} \cdot n_{a_1} = W_{\phi_2} \cdot T_{\text{сут}_2} \cdot n_{a_2} = \dots = W_{\phi_n} \cdot T_{\text{сут}_n} \cdot n_{a_n}, \quad (2.59)$$

где 1 – основной; 2 – погрузочный; 3 – транспортный агрегаты и т. д.

Необходимое количество людей по работам рассчитывают по формулам

$$\Sigma m = n_{a\phi} \cdot K_{cm} \cdot m; \quad (2.60)$$

$$\Sigma n = n_{a\phi} \cdot K_{cm} \cdot n, \quad (2.61)$$

где m, n – количество механизаторов и вспомогательных рабочих, обслуживающих один агрегат, чел.

Расход топлива (кг) на выполнение всего объема работы определяют как произведение удельного расхода топлива на объем работы

$$Q = \Theta \cdot U_{\phi}, \quad (2.62)$$

где Θ – расход топлива на единицу работы, кг/га (т, ткм).

Затраты труда (ч) определяют по каждой операции отдельно: для механизаторов

$$Z_M = 7 \cdot N_{cm} \cdot m, \quad (2.63)$$

для вспомогательных рабочих

$$Z_B = 7 \cdot N_{cm} \cdot n. \quad (2.64)$$

Задачи к подразделу 2.4

2.4.1. Определить потребное количество агрегатов Беларус 80.1+СПУ-4 для завершения посева зерновых в оптимальные агротехнические сроки на площади 1200 га, если оптимальное количество дней – 8, коэффициент сменности 1,5, рабочая скорость движения агрегата 2,4 м/с, коэффициент использования времени смены 0,83.

Ответ: 5 агрегатов.

2.4.2. Определить рабочую скорость движения (км/ч) агрегата Беларус 80.1+ГВЦ-3 при ворошении скошенных трав, если на поле площадью 315 га работает 3 агрегата в течение 10 дней в одну смену, коэффициент использования времени смены 0,5.

Ответ: 10 км/ч.

2.4.3. Определить коэффициент использования времени смены при выполнении предпосевной обработки почвы агрегатом Беларус 1523+АПВ-4,5 на поле площадью 420 га при условии работы на нем 4-х агрегатов в течение 5 дней по 10,5 часов в сутки с рабочей скоростью движения 9 км/ч.

Ответ: 0,49.

2.4.4. Определить затраты труда механизаторов (ч) при посеве озимой ржи агрегатом Беларус 80.1+СПУ-3, если площадь поля 315 га, рабочая скорость движения посевного агрегата 10 км/ч, коэффициент использования времени смены 0,5, агрегат обслуживает 1 механизатор.

Ответ: 210 ч.

2.4.5. Определить количество механизаторов для обеспечения работы агрегатов Беларус 1523 с восьмиметровым культиватором на предпосевной обработке почвы на площади 950 га в течение 5 дней в две смены, если часовая производительность агрегата 5,14 га/ч, агрегат обслуживает 1 механизатор.

Ответ: 6 человек.

2.4.6. Определить фактическое количество рабочих дней для выполнения междурядной обработки картофеля агрегатом Беларус 80.1+АК-2,8 на поле площадью 160 га при групповой организации работы агрегатов, если оптимальное количество рабочих дней 5, коэффициент сменности 1,5, производительность агрегата 2,1 га/ч. Полученный результат округлить до большего целого числа.

Ответ: 4 дня.

2.4.7. За сколько фактических дней можно посеять зерновые на площади 500 га двумя посевными агрегатами, если производительность агрегата за смену 28 га, а продолжительность работы в сутки 14 часов?

Ответ: 5 дней.

2.4.8. Сколько килограммов топлива потребуется на вспашку поля площадью 90 га, если 1/3 площади вспахать агрегатом Беларус 1221+ПКМ-5-40Р с гектарным расходом топлива 20 кг/га и 2/3 – агрегатом Беларус 1523+ПКМ-6-40Р с гектарным расходом топлива 18 кг/га?

Ответ: 1740 кг.

2.4.9. Сколько необходимо посевных агрегатов для посева яровых зерновых на площади 385 га за 5 дней, если агрегат работает на средней рабочей скорости 3,2 м/с, коэффициент использования времени смены 0,7, коэффициент использования ширины захвата агрегата 1,0, коэффициент сменности 1,5?

Ответ: 2 агрегата.

2.4.10. Сколько килограммов топлива будет израсходовано кормоуборочным комбайном на заготовке сенажа в объеме 7500 т при урожайности зеленой массы 30 т/га, если средний часовой расход топлива 33 кг/ч, рабочая скорость движения 2,5 м/с, рабочая ширина захвата 3 м, время простоев за смену 2 часа, время холостых переездов за смену 1 час?

Ответ: 5360,6 кг.

2.4.11. Сколько потребуется пресс-подборщиков ПР-Ф-750 для прессования сена на площади 500 га при урожайности сена 3,5 т/га в течение пяти рабочих дней, если за один час пресс-подборщик прессует 3 т, а коэффициент сменности равен 1,5?

Ответ: 12 пресс-подборщиков.

2.4.12. Сколько топлива (кг) необходимо для заготовки 2000 т сена при скашивании трав агрегатом Беларус 1221+КФР-4,2 с гектарным расходом топлива 4 кг/га, при ворошении агрегатом Беларус 80.1+Л-903 с гектарным расходом топлива 2,5 кг/га, при прессовании сена агрегатом Беларус 1221+ ПР-Ф-750 с расходом топлива 3 кг на тонну прессованного сена при его урожайности 4 т/га?

Ответ: 9250 кг.

2.4.13. Сколько дней потребуется для 6-ти зерноуборочных комбайнов, чтобы убрать зерновые на площади 1600 га, если средняя производительность комбайна 14 га за смену, а продолжительность работы в сутки 10,5 часов?

Ответ: 13 дней.

2.4.14. Сколько тонн топлива необходимо для поднятия зяби на площади 1500 га пахотными агрегатами Беларус 1221+ПКМ-5-40Р и Беларус 1523+ ПКМ-6-40Р, если 1/3 площади вспахана первым агрегатом, а 2/3 – вторым. Гектарный расход топлива второго агрегата 20 кг/га, а первого – на 10 % выше?

Ответ: 31 т.

2.4.15. Сколько дней потребуется одному картофелеуборочному агрегату для уборки картофеля на площади 60 га, если производительность агрегата 2 га за смену, продолжительность работы в сутки 10,5 ч?

Ответ: 20 дней.

2.4.16. Сколько килограммов топлива потребуется на уборку silосной массы кукурузы для заполнения траншеи емкостью 800 м³, если плотность зеленой массы 1,5 т/м³, ее урожайность 40 т/га, коэффициент использования времени смены 0,6, рабочая скорость движения уборочного агрегата 2 м/с, рабочая ширина захвата 2,5 м, средний расход топлива 34 кг/ч?

Ответ: 944,4 кг.

2.4.17. Сколько дней потребуется трем пахотным агрегатам в составе тракторов Беларус 1523 и плугов ПКМ-6-40Р для подъема зяби на площади 1200 га, если конструктивная ширина захвата корпуса плуга 0,4 м, коэффициент использования ширины захвата 1,1, рабочая скорость движения агрегата 3,1 м/с, коэффициент использования времени смены 0,75 при коэффициенте сменности 2?

Ответ: 13 дней.

2.4.18. Сколько потребуется нормо-часов работы почвообрабатывающего агрегата на обработку полей площадью 600 га, если рабочая скорость движения 3 м/с, конструктивная ширина захвата агрегата 6 м, коэффициент использования ширины захвата 0,95, коэффициент использования времени смены 0,85.

Ответ: 114,6 нормо-часов.

2.4.19. Сколько нормо-часов отработает каждый зерноуборочный комбайн из 3-х работающих на уборке зерновых на площади 900 га с производительностью 12 га за смену каждого?

Ответ: 175 нормо-часов.

2.4.20. Какую сменную производительность должен иметь посевной агрегат, чтобы два однотипных агрегата посеяли зерновые на площади 1100 га за пять рабочих дней при коэффициенте сменности 1,5?

Ответ: 73,3 га/см.

2.4.21. Продолжительность рабочего дня 21 час при длительности смены в 7 часов. Чему равен коэффициент сменности?

Ответ: 3.

2.4.22. За 5 рабочих дней из полевых буртов требуется погрузить и разбросать навоз на площади 100 га при дозе внесения 40 т/га. Известно, что общее время цикла работы разбрасывателя ПРТ-7А равно 21 мин, из них среднее время загрузки 7 мин, непосредственная работа по разбрасыванию навоза 4 мин, среднее время на переезд к буртам и обратно в загонку с учётом затрат времени на технологическое обслуживание, повороты, ежесменное техническое обслуживание 10 мин, часовая производительность погрузчиков 60 т/ч. Определить:

а) оптимальное количество погрузчиков ПФП-2 и разбрасывателей ПРТ-7А;

б) коэффициент использования рабочего времени разбрасывателя;

в) фактическую скорость движения навозоразбрасывателя при его рабочем захвате 6 м.

Ответ: а) 2 погрузчика и 3 разбрасывателя; б) 0,19; в) 2,49 км/ч.

2.4.23. Определить потери урожая картофеля (ц) через три часа работы агрегата Беларусь 80.1 + КТН-2Б, если из-за неправильной регулировки в земле оставалось 25 % клубней. Известно, что рабочая скорость агрегата – 5 км/ч, коэффициент использования времени смены – 0,7, коэффициент использования конструктивной ширины захвата – 1,0. Биологическая урожайность картофеля составляет 350 ц/га.

Ответ: 128,625 ц.

2.4.24. Определить среднюю выработку звена тракторов (в усл. эт. га на один эталонный трактор), если за 7-часовую смену трактором Беларусь 1523 с плугом ПЛН-5-35 вспахано 6 га на глубину 22 см, агрегатом Беларусь 82.1+СЗ-5,4 засеяно 20,4 га, агрегатом Беларусь 82.1+СП-11+8БЗ-1 заборонено 36 га. Согласно принятым в хозяйстве нормам, выработка за час сменного времени должна составлять соответственно 0,7; 2,6; 5,9 га, часовая эталонная выработка тракторов составляет 1,56 и 0,8 соответственно.

Ответ: 7,76 усл. эт. га/эт. тр.

2.5. Особенности расчета показателей при производстве механизированных работ

Внесение удобрений. При внесении *органических* удобрений массу буртов (при работе двух погрузчиков на поле) рассчитывают по формулам: для крайних буртов

$$Q_{\text{бкр}} = \frac{a \cdot Q_p}{2B_p}, \quad (2.65)$$

для средних буртов

$$Q_{\text{бср}} = \frac{a \cdot Q_p}{B_p}. \quad (2.66)$$

Расстояние между буртами выбирают таким, чтобы полностью освобождался кузов разбрасывателя

$$L_p = l_{\text{ост}} = \frac{10^4 Q_p}{B_p H}, \quad (2.67)$$

где a – расстояние между рядами буртов на поле (принимают равным 70–120 м);

Q_p – грузоподъемность разбрасывателя, т.

При небольших дозах внесения удобрений (до 40 т/га) и работе одного погрузчика на поле массу бурта принимают равной (с учетом $a = 90$ –150 м)

$$Q_b = \frac{a \cdot Q_p}{B_p}. \quad (2.68)$$

При внесении минеральных удобрений, если длина пути разбрасывания является кратной длине гона и четной, то загрузку организуют с одной стороны поля на поворотной полосе. При этом расстояние между местами заправки удобрениями равно

$$S = \frac{10^4 Q_p}{HL_p} = nB_p, \quad (2.69)$$

где n – количество проходов агрегата.

На полях с малой длиной гона (до 250 м) и там, где отсутствует возможность выезда за пределы поля, рекомендуется применять способ движения перекрытием. В этом случае ширина загона C ориентировочно равна восьми проходам агрегата. Пункт заправки, как правило, располагается в центре поворотной полосы с одной стороны поля.

Массу бурта (или вместимость кузова) рассчитывают по формуле

$$Q_b = \frac{L_p C H}{10^4}. \quad (2.70)$$

Если же заправка разбрасывателя организуется с двух сторон поля, то масса бурта на одной стороне поля принимается вдвое меньшей.

Контроль установки разбрасывателя на внесение заданной дозы удобрений на единицу площади можно производить двумя способами:

а) по пути прохождения, на котором выгрузится масса удобрений, что можно проверить непосредственно в загоне, пользуясь формулами (2.27), (2.68);

б) по времени, за которое выгрузится известное количество удобрений

$$t_{\text{ост}} = \frac{10^{-3} l_{\text{ост}}}{3,6 v_p} = \frac{V_{\text{тр}} \gamma \lambda_{\text{тр}}}{0,36 B_p v_p H} . \quad (2.71)$$

Для определения неравномерности внесения удобрений по площади при работе разбрасывателей можно использовать следующие зависимости:

а) среднее количество удобрений $S_{\text{п}}$ (г) на данной зачетной площадке

$$X = \frac{\sum X_i}{n}, \quad (2.72)$$

где X_i – количество удобрений, вносимых на каждую зачетную площадку $S_{\text{п}}$, г;

n – количество зачетных площадок $S_{\text{п}}$ по ширине разбрасывания удобрений, шт.

б) отклонение от среднего значения (г)

$$\delta = (\sum |X - X_i|) / n; \quad (2.73)$$

г) неравномерность внесения (%)

$$H_p = \frac{\delta}{X} 100. \quad (2.74)$$

Для определения фактической дозы внесения удобрений (кг/га) можно воспользоваться уравнением

$$H = (10^4 X) / S_{\text{п}}. \quad (2.75)$$

Посев и посадка сельскохозяйственных культур. Перед началом работы рассчитывают вылет маркёров, т.е. расстояние от крайнего сошника сеялки до следоуказателя, по формулам:

а) при вождении по маркёрной линии только правым колесом трактора

$$l_{\text{пр}} = (B - c + m) / 2, \quad (2.76)$$

$$l_{\text{л}} = (B + c + m) / 2; \quad (2.77)$$

б) при вождении попеременно правым и левым колесом трактора

$$l_{\text{пр}} = l_{\text{л}} = (B - c + m) / 2 ; \quad (2.78)$$

в) при вождении серединой трактора

$$l_{\text{пр}} = l_{\text{л}} = (B + m) / 2 , \quad (2.79)$$

где $l_{\text{пр}}$ и $l_{\text{л}}$ – соответственно вылеты правого и левого маркёров, м;

B – ширина захвата агрегата, м;

c – колея трактора, м;

m – ширина междурядья, м.

Трёхсеялочные и широкозахватные агрегаты оборудуют маркёрами и следоуказателями. Вылет правого и левого маркёров устанавливают одинаковым, а вылет следоуказателя вычисляют по формуле

$$l_{\text{с}} = [(B + m) / 2] - l_{\text{м}} . \quad (2.80)$$

Количество посевных агрегатов, обслуживаемых одним загрузчиком, можно определить по зависимости

$$n_{\text{а}} = \frac{1000 \gamma V}{W_{\text{ч}} H t_{\text{рс}}}, \quad (2.81)$$

где γ – объёмная масса зерна, т/м³;

V – ёмкость загрузчика, м³;

$W_{\text{ч}}$ – производительность агрегата за 1 час сменного времени, га/ч;

H – норма высева семян, кг/га;

$t_{\text{рс}}$ – время рейса заправщика, ч.

Установку сеялки на заданную норму высева проверяют по формуле

$$M_{\text{р}} = \frac{\pi D n B_{\text{р}} H}{10^4 k \xi}, \quad (2.82)$$

где $M_{\text{р}}$ – расчётная масса семян, кг;

D – диаметр приводного колеса, м;

n – количество оборотов колеса;

k – коэффициент, учитывающий, какая часть сеялки была заполнена семенами при прокручивании колеса (если заполнены семенами оба ящика $k = 1$; если один ящик $k = 2$; если семена высевались только из трёх аппаратов с использованием пробоотборника $k = 8$);

ξ – коэффициент, учитывающий скольжение колеса.

Сеялка считается отрегулированной, если при двух- или трёхкратной установке

$$-5\% \leq \frac{M_{\text{ф}} - M_{\text{р}}}{M_{\text{р}}} 100 \leq +5\%, \quad (2.83)$$

где M_{ϕ} – фактически высеянная масса семян, кг.

Для проверки равномерности высева каждым высевающим аппаратом используют зависимость

$$H_p = \frac{\sum_{i=1}^n |X - X_i|}{\sum_{i=1}^n X_i} 100, \quad (2.84)$$

где $X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$ – масса семян, высеваемая в среднем одним аппаратом, г;

n – количество высевающих аппаратов, участвующих в опыте;

X_i – масса семян, высеваемых i -м аппаратом, г.

Оптимальная норма высева семян кукурузными или свекловичными сеялками может быть определена

$$K_c = K_p / P \quad (2.85)$$

или

$$q_c = (K_c m) / 10^4, \quad (2.86)$$

где K_c – количество семян, высеваемых на 1 га, шт.;

K_p – количество растений на 1 га перед уборкой, шт.;

P – вероятность всхожести высеянных семян, в долях единицы ($P = P_1 \cdot P_2 \cdot \dots \cdot P_i$, где $[1 - P_1], [1 - P_2], \dots, [1 - P_i]$ – вероятность гибели семян и растений от болезней, вредителей, механических повреждений и других причин);

q_c – количество семян на 1 м рядка, шт.;

m – ширина междурядья, м.

Зависимость количества высеваемых семян на 1 м длины рядка от конструктивных параметров сеялки

$$q_c = i n_y / (\pi D_k) \quad (2.87)$$

или

$$q_c = v_p n_y / (v_d \pi d), \quad (2.88)$$

где i – передаточное отношение от колёс на высевающий диск;

n_y – количество ячеек (отверстий) на диске, шт.;

D_k – диаметр приводного колеса, м;

v_p – скорость сеялки, м/с;

v_d – окружная скорость высевающего диска, м/с;

d – диаметр высевающего диска, м.

Для определения максимальной скорости движения агрегата при посеве можно пользоваться зависимостью

$$v_{p_{\max}} = v_o n_y / (q_c \pi d). \quad (2.89)$$

Длину рабочего хода сеялки можно определить по зависимостям (2.27) и (2.67).

Количество материала в местах заправки (кг)

$$Q = \frac{nBH}{10^4}, \quad (2.90)$$

где $n = l_{\text{ост}} / L_p$ – количество полных проходов агрегата с одной заправкой;

L_p – рабочая длина гона, м.

Уход за сельскохозяйственными культурами. При обработке посевов пестицидами потребность в ядохимикатах Q_n (кг) для приготовления раствора в емкости Q_c (л) рассчитывают по формуле

$$Q_n = (Q_c \cdot g_d \cdot F_n) / (Q \cdot P_d), \quad (2.91)$$

где g_d – норма расхода действующего вещества, кг/га;

F_n – часть площади междурядий, покрываемая пестицидами, га;

Q – норма внесения раствора, л/га;

P_d – доля действующего начала в пестициде.

Скорость движения агрегата при внесении ядохимикатов v_p должна быть постоянной, чтобы обеспечить требуемую норму внесения препарата g (кг или л/га) при заданной подаче q_n (кг или л/га).

$$v_p = \frac{10 \cdot q_n}{B_p \cdot g}. \quad (2.92)$$

Установку опрыскивателей и подкормщиков жидкими удобрениями на заданную норму расхода рабочей жидкости на практике можно выполнять опытным путём. Для этого необходимо задаться расходом жидкости Q (л/га), шириной захвата агрегата B_p (м), установить необходимое количество распылителей n определённого диаметра d (мм), принять рабочую скорость движения v_p (км/ч) и после этого рассчитать, сколько жидкости q (л) должно выливаться за 1 минуту через

один распылитель. В этом случае удобно пользоваться формулой с применением внесистемных единиц

$$q = \frac{QB_p v_p}{600n}. \quad (2.93)$$

Затем, заполнив ёмкости опрыскивателя водой и отрегулировав определённое давление в нагнетательной магистрали, замеряют фактический средний расход жидкости через один распылитель за 1 минуту, выборочно подставив ёмкости под два-три распылителя с целью определения среднего значения. Если фактический расход жидкости оказался больше или меньше расчётного, уменьшают или увеличивают рабочее давление с помощью регуляторов, а при значительной разнице устанавливают распылители с другим диаметром отверстий.

Скоростью движения регулировать норму внесения раствора неэффективно из-за возможного снижения производительности агрегата.

Весьма важно при работе, особенно при длине гона 1000–1500 м, организовать заправку ёмкости опрыскивателей-подкормщиков на одной стороне поля, где удобный подъезд. Для расчёта можно пользоваться формулой (2.68), где Q_p – ёмкость бака опрыскивателя, л.

По данной формуле удобно определять фактический расход жидкости Q_ϕ (л/га), если в ёмкость опрыскивателя залить небольшое количество воды Q_p^1 (л), достаточное для прохождения пути порядка 200–300 м

$$Q_\phi = \frac{10^4 Q_p^1}{L_p B_p}. \quad (2.94)$$

Контроль нормы внесения жидкости на единицу площади иногда удобно производить по времени опорожнения полной или части ёмкости машины, пользуясь расчётной формулой (2.72) с учётом выражения $Q_p = V_{mp} \gamma_{mp}$.

Уборка зерновых культур. *Режим работ комбайна* определяется конструктивными особенностями и условиями работы.

Производительность комбайна за час сменного времени (га/ч):

$$W_{\text{ч}} = 0,36 B_p v_p \tau. \quad (2.95)$$

Объем хлебной массы, поступающей в молотилку (т/га)

$$Q_{\text{х.м}} = h_3 + h_c = h_3 (1 + \delta_c). \quad (2.96)$$

Подача хлебной массы в единицу времени (кг/с) рассчитывается по формуле

$$q_\phi = 0,1 B_p v_p Q_{\text{х.м}}, \quad (2.97)$$

где B_p – рабочая ширина захвата комбайна, м;

v_p – рабочая скорость движения, км/ч;
 τ – коэффициент использования времени смены;
 h_3, h_c – урожайность соответственно зерна и соломы, т/га;
 $\delta_c = h_c / h_3$ – коэффициент соломистости.

Для качественного обмолота хлебов необходимо, чтобы фактическая подача хлебной массы q_n была меньше предельно допустимой q_d , т.е.

$$q_\phi \leq q_d \text{ или } 0,1 B_p v_p Q_{x.m} \leq q_d. \quad (2.98)$$

Умножив полученное значение на 0,36, получают максимальную производительность (га/ч)

$$W_{q_{max}} \leq 3,6 \cdot q_d / (h_3(1 + \delta_c)), \quad (2.99)$$

или максимально возможную рабочую скорость комбайна (м/с)

$$v_{p_{max}}^q \leq 10 \cdot q_d / (B_p \cdot h_3(1 + \delta_c)). \quad (2.100)$$

Если значение v_p больше агротехнически допустимой скорости, нужно использовать комбайн с более широкой жаткой.

При раздельной уборке плотность валка (в килограммах на один погонный метр)

$$q_B = q \cdot b_p^{жат} \cdot 1_m \cdot Q_{x.m} \cdot 10^3 \cdot 10^4 = 0,1 \cdot b_p^{жат} \cdot Q_x. \quad (2.101)$$

При качественной работе комбайна на подборе хлебной массы из валка $q_\phi \leq q_d$ или

$$q_\phi = q_B \cdot v_p \leq q_d; \quad 0,1 \cdot b_p^{жат} \cdot Q_{x.m} v_p \leq q_d. \quad (2.102)$$

На основании этого устанавливают наибольший рабочий захват жатки при укладке хлебной массы в валок по условию качественного подбора и обмолота хлеба из валка комбайном:

$$b_p^{жат} \leq \frac{10q_d}{h_3(1 + \delta_c)v_p}. \quad (2.103)$$

Послеуборочная обработка зерна. В условиях Республики Беларусь зерно, поступающее с полей от комбайнов, может иметь повышенную влажность. В связи с этим в технологическую линию послеуборочной обработки зерна в сельскохозяйственных предприятиях включают не только очистку и сортировку, но и сушку.

Фактическая производительность зернопункта (т/ч) в условиях республики значительно ниже технической и зависит от вида перерабатываемой продукции, влажности, засоренности и других показателей:

$$W_{\text{ч.зн}}^{\phi} = W_{\text{ч.зн}}^{\text{техн}} \cdot \tau_{\text{зн}} \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (2.104)$$

где $W_{\text{ч.зн}}^{\text{техн}}$ – техническая производительность зерноочистительно-сушильного пункта на сортировке зерна влажностью до 16 % и засоренностью до 20 % (указывается цифрой в марке комплекса), т/ч;

$\tau_{\text{зн}}$ – коэффициент использования времени смены ($\tau_{\text{зн}} = 0,82-0,87$);

k_1, k_2 – коэффициенты, учитывающие изменение производительности зерноочистительно-сушильного пункта в зависимости от влажности и засоренности зерна, а также вида перерабатываемой культуры. Для фасоли коэффициент k_2 равен 1,2, пшеницы и гороха – 1,0, ржи – 0,9, ячменя – 0,8, овса и чечевицы – 0,6, гречихи – 0,5, проса – 0,3.

Суммарная производительность зернопунктов для сельскохозяйственного предприятия определяется по формуле

$$W_{\text{ч.зн}}^x = \frac{F_{\text{п}} \cdot (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3) \cdot h_{\text{ср}}}{100 \cdot D_{\text{р}}^{\text{оп}} \cdot T_{\text{зн}} \cdot \tau_{\text{зн}} \cdot k_1 \cdot k_2}, \quad (2.105)$$

где $F_{\text{п}}$ – площадь пашни сельскохозяйственного предприятия, га;

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ – процент пашни, занятой культурами, убираемыми в совмещенные сроки (как правило, озимые зерновые и ячмень), %;

$h_{\text{ср}}$ – средняя урожайность зерна, т/га;

$D_{\text{р}}^{\text{оп}}$ – количество дней уборки;

$T_{\text{зн}}$ – время работы КЗС в сутки, ч.

Уборка картофеля. Рабочая мощность двигателя трактора (кВт)

$$N_{e_p} = \frac{N_{\text{уд}} \cdot q_{\text{д}} + N_{\text{вом}_x}}{\eta_{\text{вом}}} + \frac{N_{\text{т}} + N_{\text{ф}} \pm N_{\alpha}}{\eta_{\text{мг}} \cdot \eta_{\delta}}, \quad (2.106)$$

где $N_{\text{вом}_x}$ – затраты мощности на прокручивание механизмов уборочной машины на холостом ходу, кВт;

$N_{\text{уд}}$ – удельные затраты мощности на технологический процесс, кВт/кг/с;

$q_{\text{д}}$ – допустимая подача вороха на рабочие органы комбайна, кг/с;

$\eta_{\text{вом}}$ – КПД привода к валу отбора мощности ($\eta_{\text{вом}} = 0,94-0,96$);

$N_{\text{т}}$ – затраты мощности на преодоление тягового сопротивления уборочной машины, кВт;

$N_f \pm N_\alpha$ – затраты мощности на качение трактора и движение трактора на местности с углом склона α , кВт;

$\eta_{мг}$ – механический КПД трансмиссии трактора;

η_δ – КПД буксования трактора (0,90–0,96 – в зависимости от типа и тяговой загрузки трактора и почвенных условий)

$$N_T = (k_o \cdot b_p \pm G_{мгр} \cdot i / 100) \cdot v_{pmax}^q ; \quad (2.107)$$

$$N_f \pm N_\alpha = G_T \cdot (f_T \pm i / 100) \cdot v_{pmax}^q , \quad (2.108)$$

где k_o – удельное сопротивление уборочной машины ($k_o = 8–10$ кН/м), кН/м;

$G_{мгр}, G_T$ – соответственно вес уборочной машины с грузом в бункере и трактора, кН;

i – уклон местности, %;

f_T – коэффициент сопротивления качению трактора.

При уборке картофеля с подбором клубней вручную, количество подборщиков картофеля рассчитывают по формуле

$$n_{п} = W_{смн} H / W_{п} , \quad (2.109)$$

где $n_{п}$ – количество людей (подборщиков картофеля), чел.;

$W_{смн}$ – норма выработки копателя, га/см;

H – урожайность картофеля, т/га;

$W_{п}$ – норма выработки подборщика ($W_{п} = 0,8–1,0$ т/см), т/см.

Уборка льна. Производительность льномолотилки (т/ч.)

$$W_M = 0,06 \cdot q_M \cdot \tau , \quad (2.110)$$

где q_M – пропускная способность льномолотилки, кг/мин ($q_M = 70–72$ снопа при массе 0,65 кг, поэтому для МЛ-2,8П $q_M = 45,7$ кг/мин);

τ – коэффициент использования времени смены ($\tau = 0,5$ – для передвижных льномолотилок; $\tau = 0,85–0,90$ – при работе на стационаре).

Заготовка кормов. Затраты мощности через ВОМ при работе кормоуборочных агрегатов

$$N_{вом} = N_{вомр} + N_{вомх} + N_{вомд} , \quad (2.111)$$

$$N_{вомр} = N_{уд} q_{ф} , \quad (2.112)$$

где $N_{вомр}$ – затраты мощности на рабочем ходу, кВт;

$N_{вомх} = 5–7$ кВт – затраты мощности на прокручивание механизмов кормоуборочных комбайнов вхолостую, кВт;

$N_{вомд}$ – затраты мощности на привод дополнительных механизмов, кВт;

$N_{уд} = 1,3-1,5$ кВт/кг/с – удельные затраты мощности на технологический процесс, кВт/кг/с;

$q_{ф}$ – фактическая пропускная способность рабочих органов машин, кг/с.

Рабочая скорость (м/с) кормоуборочных машин и пресс-подборщиков обычно ограничивается пропускной способностью их рабочих органов.

Урожайность сена, сенажа (т/га) определяется по формуле

$$h_c = h_{зм} \frac{100 - W_{зм}}{100 - W_c}, \quad (2.113)$$

где $h_{зм}$ – урожайность зеленой массы, т/га;

$W_{зм}, W_c$ – влажность соответственно зеленой массы и сена (сенажа), %.

Задачи к подразделу 2.5

2.5.1. Для обеспечения качественного подбора проявленной массы из валка при заготовке сенажа из многолетних трав необходимо определить, какова должна быть плотность валка (кг/м погонный), сформированного граблями ГВР-630 в агрегате с трактором Беларус 80.1 при ворошении валков, если урожайность зеленой массы 21 т/га, влажность зеленой массы 80 %, влажность сенажа 50 %, коэффициент использования ширины захвата граблей 0,95.

Ответ: 4,79 кг/м погонный.

2.5.2. Для обеспечения качественной работы комбайна КЗС-7 при подборе и обмолоте хлебной массы из валка необходимо определить, какова должна быть плотность валка (кг/м погонный), если предельно допустимая пропускная способность комбайна 6 кг/с, урожайность зерновых 4,2 т/га, коэффициент соломистости хлебной массы 1,2, рабочая скорость движения комбайна при подборе массы из валка 1,5 м/с.

Ответ: 4 кг/м погонный.

2.5.3. Определить потребное количество зерноочистительно-сушильных комплексов КЗС (целое число) для сельскохозяйственного предприятия, площадь пашни которого 2500 га, при условии, что зерновые занимают 60 % площади пашни, средняя урожайность зерновых 3,5 т/га, оптимальный срок переработки всех видов зерновых 15 дней, коэффициент сменности 3, коэффициент использования времени смены КЗС - 0,87, средневзвешенный коэффициент, учитывающий вид перерабатываемой культуры - 0,7, коэффициент, учитывающий

изменение производительности КЗС в зависимости от влажности и засоренности зерна - 0,8, фактическая производительность КЗС в условиях сельскохозяйственного предприятия - 12 т/ч.

Ответ: 3 комплекса.

2.5.4. Определить количество заправок агрегата для внесения минеральных удобрений на участке размером 614x480 м, если движение агрегата вдоль длинной стороны участка, заправка производится на поворотной полосе, грузоподъемность разбрасывателя 6 т, коэффициент использования грузоподъемности 0,95, норма внесения удобрений 0,4 т/га, ширина захвата агрегата 10 м, ширина поворотной полосы равна ширине захвата агрегата.

Ответ: 2 заправки.

2.5.5. Для обеспечения качественного подбора сена и формирования рулонов агрегатом Беларусь 80.1+ПР-Ф-145 необходимо определить, какова должна быть плотность валка (км/м погонный) сформированного косилкой-плющилкой КПП-4,2 агрегируемой с трактором Беларусь 80.1, при уборке многолетних трав, если урожайность зеленой массы 24 т/га, влажность зеленой массы 82 %, влажность сена 16%, коэффициент использования ширины захвата косилки 0,95.

Ответ: 2,05 кг/м погонный.

2.5.6. Определить, нарушались ли агротребования (норма высева семян 200 кг/га) при посеве зерновых агрегатом Беларусь 82.1+СЗ-3,6, работающим на скорости 5 км/ч с коэффициентом использования времени смены 0,8, если за 1 час работы он высевал 310 кг семян.

Ответ: нарушались.

2.5.7. Агрегат в составе Беларусь 80.1+СЗ-3,6 массу семян, составляющую пятую часть нормы высева, высевает за 180 с. Определить скорость движения агрегата.

Ответ: 10 км/ч.

2.5.8. Определить, правильно ли отрегулирована сеялка СПУ-4 на посев зерновых с нормой высева 250 кг/га, если с контрольной навеской массой 4 кг посевной агрегат прошёл путь 30 м.

Ответ: неправильно.

2.5.9. Определить путь прохождения навозоразбрасывателя агрегата для внесения твердых органических удобрений грузоподъемностью 6 т до очередной загрузки, если доза внесения навоза 40 т/га, рабочая ширина разбрасывания 5 м.

Ответ: 300 м.

2.5.10. Определить дозу внесения удобрений разбрасывателем твердых органических удобрений грузоподъемностью 7 т при рабочей ширине захвата 8 м, если расстояние между двумя последовательными загрузками разбрасывателя составляет 250 м.

Ответ: 35 т/га.

2.5.11. Определить ширину распределения по полю жидких органических удобрений машиной МЖТ-6 грузоподъемностью 6 т, если доза внесения составляет 30 т/га, а путь, который проходит машина с одной заправкой – 200 м.

Ответ: 10 м.

2.5.12. Минеральные удобрения вносит на поверхность почвы разбрасыватель РУ-1600, захватывая полосу 12 м. На каждый участок почвы площадью 0,5х0,5 м по ширине захвата в направлении от центра разбрасывателя вносится удобрений 12; 8; 7; 4; 3; 2 г. Согласно агротребованиям, неравномерность разбрасывания по ширине захвата не должна превышать 25%. Определить фактическую дозу внесения и неравномерность распределения удобрений по площади.

Ответ: 40 т/га; 50 %.

2.5.13. Определить дозу внесения органических удобрений, на которую отрегулирован разбрасыватель ПРТ-10А грузоподъемностью 10 т при ширине разбрасывания 10 м. Двигаясь со скоростью 2,5 км/ч, он затрачивает 0,1 ч на разбрасывание загрузженной массы удобрений.

Ответ: 40 т/га.

2.5.14. На внесении минеральных удобрений по прямоочной технологии работает звено в составе погрузчика П-10 производительностью 16 т/ч и шести разбрасывателей грузоподъемностью 8 т. Удобрения транспортируются на поле на расстоянии 5 км от склада со скоростью 25 км/ч. Определить время, которое затрачивает разбрасыватель на внесение удобрений за один рейс.

Ответ: 4,286 ч.

2.5.15. Заданная доза внесения навоза на участке поля 35 т/га. Автомобили выгружают навоз в кучи массой 3,99 т прямолинейными рядами. Определить расстояние между кучами в ряду, если роторный разбрасыватель разбрасывает частицы удобрений от центра в каждую сторону на расстояние 15 м.

Ответ: 38 м.

2.5.16. Определить среднюю неравномерность высева между отдельными высевающими аппаратами зерновой сеялки, если каждый из шести аппаратов за определенное время высевает, соответственно, 100; 96; 98; 105; 104 и 103 г.

Ответ: 3 %.

2.5.17. Посевной агрегат в составе Беларус 820+СПУ-4 работает с колеёй трактора 1600 мм и шириной междурядий 125 мм. Определить вылет маркёров:

- а) при вождении по маркерной линии только правым колесами;
- б) при вождении попеременно правым и левым колесом;

в) при вождении серединой трактора.

Ответ: а) $l_{пр}=1,2625$ м, $l_{лев}=2,8625$ м; б) 1,2625 м; в) 2,0625 м.

2.5.18. Определить, на сколько станут короче маркёры при посеве зерновых культур трёхсеялочным агрегатом (сеялки СЗ-3,6), оборудованным следоуказателем, по сравнению с вождением попеременно правым и левым колесами. Известно, что колея трактора 1600 мм, длина следоуказателя от середины трактора до отвеса 2800 мм, ширина междурядий 150 мм.

Ответ: 2 м.

2.5.19. При определённых почвенных условиях максимальной урожайности зерна кукурузы можно достичь, если густота перед уборкой будет составлять 40000 растений на 1 га. Известно, что лабораторная всхожесть семян составляет 95%; относительная полевая всхожесть семян – 90%; вероятность гибели взойшедших растений от вредителей и болезней составляет 7% высеянных семян; вероятность уничтожения растений при уходе за посевами – 3% высеянных семян. Определить оптимальную норму высева на 1 м рядка.

Ответ: 3,63 шт.

2.5.20. Какая максимально допустимая скорость движения трактора при посеве кукурузы вакуумной сеялкой, чтобы обеспечивалось 100%-ное присасывание семян к отверстиям, если высевающий диск выбран для крупных семян кукурузы с 14-ю отверстиями, диаметр высевающего диска – 150 мм, а заданная норма высева составляет 5 семян на 1 м рядка? Известно, что максимально допустимая скорость диска для вакуумных сеялок равна 0,35 м/с.

Ответ: 7,56 км/ч.

2.5.21. Определить, сколько удобрений должно высеиваться через одно окно каждого тукового аппарата за 15 оборотов приводного колеса сеялки СУПН-8, если доза внесения удобрений составляет 200 кг/га; диаметр приводного колеса – 0,48 м; ширина междурядий – 0,7 м.

Ответ: 0,316 кг.

2.5.22. Определить максимальную скорость трактора при посеве сахарной свёклы, если высевающий диск сеялки ССТ-12Б имеет 90 ячеек; норма высева составляет 16 клубочков на 1 м рядка; диаметр высевающего диска – 0,215 м; допустимая окружная скорость диска сеялки – 0,2 м/с.

Ответ: 5,97 км/ч.

2.5.23. Известно, что в сеялке ССТ-12Б семенная банка вмещает 2 кг семян. Норма высева семян – 20 шт. на 1 метр. Масса 1000 семян – 12,5 г. Через сколько метров по ширине поле необходимо размещать запрачочные средства, если рабочая длина гона составляет 500?

Ответ: 86,4 м.

2.5.24. Определить расход обычных и дражированных семян сахарной свёклы на 1 га при высеве с расстояниями между клубочками 5 см и междурядьем 0,45 м. Масса 1000 семян соответственно составляет 15 г и 40 г.

Ответ: 6,6 кг/га; 17,7 кг/га.

2.5.25. Свёклу сеет агрегат Беларусь 80.1+ССТ-12Б с междурядьем 45 см и нормой высева 4,5 кг/га. Определить расстояние по ширине поля между местами заправки сеялки семенами и их массу на одну заправку, если объём семенной банки сеялки 14 дм³, насыпная масса семян свёклы 0,4 кг/дм³, рабочая длина гона 700 м.

Ответ: 210,6 м; 66,34 кг.

2.5.26. На посеве кукурузы с междурядьем 70 см работает агрегат Беларусь 80.1+СУПН-8 с рабочей длиной гона 600 м. Определить норму высева семян кукурузы, если с полной заправкой семенами агрегат совершает 18 проходов по полю. Известно, что объём семенной банки сеялки 21 дм³, насыпная масса семян кукурузы - 7 кг/дм³.

Ответ: 194,4 кг.

2.5.27. Посевной агрегат Беларусь-820+СЗ-3,6 работает с нормой высева 200 кг/га. Определить его рабочую скорость движения, если высева 360 кг семян из сеялки происходит за 0,55 ч.

Ответ: 9,1 км/ч.

2.5.28. В каком соотношении по массе необходимо смешать вику с овсом, чтобы на 1 м рядка было 8 зёрен вики и 12 зёрен овса, если масса 1000 семян соответственно составляет 120 г и 40 г.

Ответ: 0,96:0,48 (2:1).

2.5.29. Определить, какую сажалку КСМ-4 с грузопместимостью 2300 кг или КСМ-6 с грузопместимостью 3200 кг необходимо загружать чаще, если посадка картофеля ведётся с одинаковой скоростью и нормой посадки, равной 3 т/га.

Ответ: КСМ-6.

2.5.30. Сколько растений свёклы, посеянной с междурядьем 0,45 м, останется на 1 га после прореживания по схеме: длина букета – 0,18 м, длина выреза – 0,27? В каждом букете при проверке остаётся 2 растения.

Ответ: 98764 шт.

2.5.31. Сколько жидкости должно выливаться через один распылитель в минуту, если на штанге захватом 10,5 м размещен 21 распылитель, норма внесения раствора ядохимиката 300 л/га при скорости движения трактора 7,24 км/ч?

Ответ: 1,81 л/мин.

2.5.32. Шестерёнчатый насос ПОУ имеет подачу 80 л/мин. Какой максимальный расход жидкости на 1 га можно получить при скоро-

сти трактора 12 км/ч и ширине захвата культиватора 8 м, зная, что 10 % производительности насоса идёт на гидромешалку?

Ответ: 450 л/га.

2.5.33. Через сколько метров рабочего пути потребуется направлять подкормщик-опрыскиватель ПОУ и за какое время опорожниться его ёмкость вместимостью 600 л, если известно, что штанга имеет захват 10,5 м, скорость движения трактора 7,24 км/ч, норма расхода жидкости – 300 л/га?

Ответ: 1904 м; 0,263 ч.

2.5.34. Норма расхода ЖКУ 500 л/га, рабочая ширина захвата подкормщика равна 8,4 м. При установленном для работы давлении за 10 с через насадки рабочих органов выливается 8 л воды. Определить скорость трактора, при которой необходимо производить подкормку.

Ответ: 6,8 км/ч.

2.5.35. Определить минутный расход рабочей жидкости для подкормщика ПОМ-630 при обработке 6 рядков кукурузы, посеянных с междурядьем 70 см, если агрегат работает со скоростью 7,5 км/ч при дозе внесения рабочей жидкости 240 л/га.

Ответ: 2,1 л/мин.

2.5.36. Штанга какой ширины захвата должна быть установлена на опрыскивателе ОП-2000 чтобы обеспечить дозу внесения пестицида 300 л/га, если суммарный минутный расход жидкости через 21 наконечник равен 32,76 л/мин, а трактор движется со скоростью 6,24 км/ч.

Ответ: 10,5 м.

2.5.37. На какую дозу внесения раствора гербицида установлен опрыскиватель ОТМ2-3, если он оборудован штангой шириной захвата 18 м? Известно, что распылители на штанге установлены через 0,5 м, минутный расход гербицида через 1 распылитель равен 1,81 л/мин, агрегат работает со скоростью 5,72 км/ч.

Ответ: 380 л/га.

2.5.38. С какой скоростью должен работать агрегат Беларусь 80.1+ ОП-2000, если пропускная способность одного распылителя 0,05 л/с; норма внесения раствора пестицида составляет 400 л/га; на штанге опрыскивателя установлено 28 распылителей через 0,5 м?

Ответ: 9 км/ч.

2.5.39. Зерноуборочный комбайн Дон-1500 при нормальных погодных условиях убирает однофазным способом пшеницу с рабочим захватом жатки 4,8 м. Урожайность зерна составляет 5 т/га, урожайность соломы на линии среза – 7,5 т/га. Известно, что пропускная способность молотилки комбайна 6 кг/с. Определить оптимальную скорость движения комбайна.

Ответ: 3,6 км/ч.

2.5.40. Урожайность пшеницы составляет 5 т/га, урожайность соломы – 5 т/га, масса валка длиной 1 м равна 5 кг. Определить скорость зерноуборочного комбайна с пропускной способностью молотилки 5 кг/с на подборе валков.

Ответ: 3,6 км/ч.

2.5.41. Комбайн с рабочим захватом жатки 6 м убирает пшеницу урожайностью 4,4 т/га. На пути движения комбайна длиной 3 м на брезент выгружена масса соломы и половы, в которой при старательном перетряхивании найдено 1200 зёрен. Масса 1000 зёрен составляет 45 г. Какие потери зерна за молотилкой комбайна?

Ответ: 0,68 %.

2.5.42. Определить урожайность зерна озимой ржи, если комбайн Дон-1500 на её уборке работает со скоростью 4,28 км/ч с рабочей шириной захвата жатки 8,4 м при пропускной способности молотилки 8 кг/с. Отношение массы соломы к массе зерна 1,2.

Ответ: 36,4 ц/га.

2.5.43. Определить время заполнения бункера зерноуборочного комбайна при нормальных условиях уборки, если объёмная масса зерна 0,7 т/м³, ёмкость бункера 3 м³, пропускная способность молотильного аппарата 6 кг/с при коэффициенте соломистости 1,5. Способ движения – круговую.

Ответ: 14,6 мин.

2.6. Методы оценки технического уровня и формирования системы машин

2.6.1. Сравнительная оценка машин и технологий

В настоящее время при сравнительной оценке технических средств используют приведенные или прямые эксплуатационные затраты на единицу наработки. Существенным недостатком такой оценки является то, что не учитывается изменение срока службы и надежности новой техники (нормированные значения отчислений на реновацию, текущий и капитальный ремонт принимаются постоянными). Кроме того, при использовании новой техники во многих случаях одновременно со снижением затрат отдельных видов производственных ресурсов на конкретной операции увеличивается объем продукции за счет роста урожайности (продуктивности животных) либо сокращения потерь, а это существенным образом сказывается на ресурсоемкости продукции в целом.

Таким образом, чтобы оценить полезность технического средства с позиций системного подхода, следует учесть, на сколько оно повышает урожайность сельскохозяйственных культур (продуктивность животных), сокращает потери продукции, определить, как это сказывается на снижении ресурсоемкости производства всех видов продукции, получаемых с его применением.

В общем случае экономия затрат r -го ресурса с учетом масштабного фактора

$$\mathcal{E}_{yr} = \sum_l \left[Y_{\delta rl}^o - Y_{\text{нrl}}^o + \Delta Y_{rl}^n \right] F_l, \quad (2.114)$$

где r, l – индексы вида ресурса i -й продукции;

$Y_{\delta}^o, Y_{\text{н}}^o$ – ресурсоемкость операции по базовому и новому варианту на единицу объема работ (га, гол.), ч, кг, кВт·ч;

F – площадь, га (поголовье животных, гол.);

ΔY_{rl}^n – снижение удельных затрат ресурсов в целом по технологии за счет роста урожайности (продуктивности животных), ч, кг, кВт·ч.

Уменьшение ресурсоемкости единицы продукции

$$\Delta Y_{rl}^n (Y_{\delta rl}^n - Y_{\text{нrl}}^n) U_l, \quad (2.115)$$

где $Y_{\delta}^n, Y_{\text{н}}^n$ – ресурсоемкость продукции по базовому и новому варианту, ч/ц, кг/ц, кВт·ч/ц;

U_l – урожайность, ц/га (продуктивность, ц/гол.).

С учетом (2.115) получим

$$\mathcal{E}_{yr} = \sum_l \left[Y_{\delta rl}^o - Y_{\text{нrl}}^o + (Y_{\delta rl}^n - Y_{\text{нrl}}^n) U_l \right] F_l. \quad (2.116)$$

Для установления зависимости влияния урожайности на ресурсоемкость продукции по разработанному алгоритму выполнена оптимизация машинно-тракторного парка модельных хозяйств и определены затраты производственных ресурсов для широких диапазонов изменения урожайности. Установлено, что ресурсоемкость продукции с ростом урожайности изменяется по гиперболической зависимости

$$Y_{rl} = a_l + b_l / U_l, \quad (2.117)$$

где a_l, b_l – постоянные коэффициенты.

Численные значения коэффициентов приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Коэффициенты для определения затрат производственных ресурсов при различной урожайности сельскохозяйственных культур (продуктивности культур)

| Культуры | Диапазон изменения урожайности, ц/га | Значения коэффициентов | | | | | | | |
|---------------------|--------------------------------------|------------------------|-------|------------------------|-------|--------|-------|----------------|-------|
| | | затраты труда | | автотракторное топливо | | металл | | электроэнергия | |
| | | a_i | b_i | a_i | b_i | a_i | b_i | a_i | b_i |
| Зерновые | 25–50 | 0,18 | 4,4 | 2,62 | 74,5 | 0,62 | 17,0 | 1,05 | 2,1 |
| Картофель | 150–300 | 0,20 | 34,2 | 0,36 | 212,8 | 0,15 | 67,7 | 0,34 | 21,7 |
| Сахарная свекла | 300–500 | 0,09 | 105,4 | 0,60 | 151,4 | 0,11 | 52,7 | – | – |
| Кормовые корнеплоды | 600–900 | 0,06 | 103,1 | 0,33 | 159,5 | 0,07 | 53,4 | – | – |
| Лен (треста) | 24–40 | 0,09 | 0,6 | 1,63 | 38,9 | 0,52 | 10,8 | 0,001 | 1,0 |
| Кукуруза на силос | 300–500 | 0,01 | 14,9 | 0,20 | 193,2 | 0,05 | 52,8 | – | – |
| Сеяные травы: | | | | | | | | | |
| зеленая масса | 170–260 | 0,03 | 1,9 | 0,20 | 29,0 | 0,07 | 6,8 | – | – |
| сенаж, силос | 95–145 | 0,8 | 1,3 | 0,69 | 25,0 | 0,23 | 3,8 | 0,29 | 4,1 |
| сено | 50–75 | 0,12 | 2,2 | 0,54 | 25,4 | 0,24 | 7,7 | – | – |
| прессованное | | | | | | | | | |
| Молоко | 20–50 | 0,25 | 69,8 | 0,07 | 20,0 | 0,12 | 29,4 | 5,07 | 228,7 |
| Говядина | 2,0–3,5 | 1,02 | 27,0 | 0,79 | 24,4 | 0,68 | 18,4 | 3,49 | 95,2 |
| Свинина | 1,0–1,6 | 0,86 | 4,2 | 0,33 | 1,6 | 1,45 | 7,2 | 43,90 | 218,5 |

В качестве примера определим суммарную экономию затрат производственных ресурсов при замене машины для внесения минеральных удобрений МВУ-0,5 штанговым распределителем РШУ-12, агрегируемых с трактором МТЗ-80 при возделывании зерновых культур на площади 2700 тыс. га.

Исходные данные

| | Урожайность, ц/га | Расход ресурсов | | |
|---------|----------------------|-----------------|----------------|---------------|
| | | труд, чел.чга | топливо, кг/га | металл, кг/га |
| МВУ-0,5 | 25,0 | 0,15 | 0,89 | 0,17 |
| РШУ-12 | 27,0 | 0,19 | 1,18 | 0,39 |

Используя зависимости (2.116), (2.117) и данные табл. 2.1, определим экономию производственных ресурсов (табл. 2.2).

Как видно из приведенных в табл. 2.2 данных, РШУ-12 уступает МВУ-0,5 по всем показателям затрат производственных ресурсов на выполнении технологической операции. Однако, с учетом повышения урожайности (2 ц/га) за счет более равномерного внесения удобрений, применение штангового распределителя обеспечивает существенную экономию ресурсов.

Таблица 2.2

Снижение затрат производственных ресурсов с учетом объема применения РШУ-12

| Ресурсы | Единица измерения | Экономия ресурсов | | |
|---------|-------------------|-------------------|---------------------------------|-------|
| | | на операции | с учетом увеличения урожайности | всего |
| Труд | тыс. ч | -108 | 948 | 840 |
| Топливо | тонн | -783 | 16038 | 15255 |
| Металл | тонн | -594 | 3645 | 3051 |

2.6.2. Методические аспекты определения приоритетов технического оснащения сельского хозяйства в современных условиях

Существующие методы обоснования системы машин основаны на оптимизации машинно-тракторного парка модельных (типичных) хозяйств. Исследования, выполненные в этой области, направлены, в

основном, на определение структуры и состава парка без учета его фактического состояния. Большого внимания, на наш взгляд, заслуживает разработка научно-методического обеспечения стратегии оптимального доукомплектования машинно-тракторного парка хозяйств с учетом ограничений по ресурсам.

В качестве основного методологического требования стратегии формирования средств механизации логично принять достижение максимального объема валовой продукции при ограниченных ресурсах:

$$\text{Max} \sum_i V_i(S_i), \sum_{ii} S_i = R, S_i \geq 0, \quad (2.118)$$

где V_i – объем валовой продукции i -го вида в денежном выражении;

S_i – средства для приобретения машин, применяемых при производстве продукции данного вида;

R – имеющиеся денежные средства для приобретения техники.

При определении объема продукции необходимо учитывать потери урожая, связанные с нарушением агротехнических сроков и качества проведения полевых работ.

Кадыров М.А. [12] приводит следующие данные о потерях (недоборе) урожая от несоблюдения регламента технологий возделывания зерновых при базовой урожайности 23 ц/га (рис. 2.1) [12]. Сумма наиболее явных и наименее спорных потерь при подсчете по данной методике достигает 27,5 ц/га, что больше, чем собранный урожай. При этом доля техногенных потерь от недостатка или низкого качества применения средств механизации составляет 54,3 %, или 14,94 ц/га.

Такая оценка, безусловно, заслуживает внимания, так как любые потери урожая ведут к недобору продукции, следовательно, к увеличению непроизводительных затрат.

В связи с этим при экономической оценке отдельных машин или комплексов целесообразно заведомо закладывать в расчеты недобор урожая, вызванный нарушением сроков проведения работ. Это относится и к повышению урожайности, если оно обусловлено применением того или иного технического средства.

Сбор продукции с единицы площади в зависимости от срока t выполнения технологического процесса для большинства сельскохозяйственных работ описывается функцией вида:

$$U(t) = U_0 (1 - K_n |t - \tau|^n), \quad (2.119)$$

где U_0 – ожидаемая (без потерь) урожайность;

K_n – коэффициент потерь продукции (в долях) при изменении срока на сутки;

τ – значение промежутка времени, соответствующее максимальной урожайности.

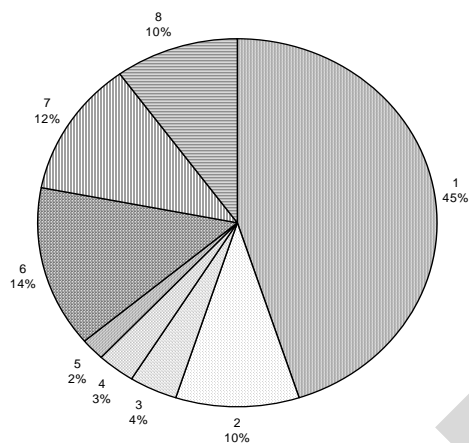


Рис. 2.1. Расчетные потери зерна при урожайности 23 ц/га:

1 – фактический сбор зерна; 2 – дефицит удобрений; 3 – неоптимальный предпосевник; 4 – некачественная заделка семян; 5 – семена низких репродукций; 6 – неудовлетворительная защита растений; 7 – несоблюдение сроков обработки почвы и ухода за посевами; 8 – потери при уборке

При продолжительности выполнения работ от оптимального момента до 20 суток можно принять $n = 1$. Кроме того, поскольку потери продукции за оптимальный срок незначительны, ими можно пренебречь. С учетом принятых допущений объем урожая (стоимость) i -культуры с площади F_i :

$$\begin{aligned}
 V_i &= U_{o_i} F_i C_{n_i} \left[1 - \frac{K_{n_i}}{T_{a_i} + T_{y_i}} \int_{T_{a_i}}^{T_{a_i} + T_{y_i}} (t - T_{a_i}) dt \right] = \\
 &= U_{o_i} F_i C_{n_i} \left[1 - \frac{K_{n_i} T_{y_i}^2}{2(T_{a_i} + T_{y_i})} \right],
 \end{aligned}
 \quad (2.120)$$

где C_i – цена продукции, руб./т;

T_{a_i} – оптимальная продолжительность выполнения работы, сутки;

T_{y_i} – продолжительность выполнения работы сверх оптимального срока, сутки.

Увеличение срока выполнения процесса равноценно снижению уровня технической оснащенности и, следовательно, адекватно уменьшению капиталовложений в машинный парк

$$\frac{T_{a_i}}{T_{a_i} + T_{y_i}} = \frac{m_{\phi_i}}{m_{n_i}} = \frac{S_{\phi_i}}{S_{n_i}}, \quad (2.121)$$

где m_{ϕ_i}, m_{n_i} – соответственно фактическое и требуемое (нормативное) количество технических средств;

S_{ϕ_i}, S_{n_i} – фактический и требуемый (нормативный) объем капиталовложений.

В случае приобретения средств механизации для выполнения i -й работы на сумму S_i :

$$\frac{T_{a_i}}{T_{a_i} + T_{y_i}} = \frac{S_{\phi_i} + S_i}{S_{n_i}}. \quad (2.122)$$

С учетом (2.122), а также того, что с применением новой техники может измениться как количество, так и качество получаемой продукции:

$$V_i = a_i U_{a_i} F_i \beta_i C_{n_i} \left[1 - 0,5 K_{n_i} T_{a_i} \left(\frac{S_{n_i}}{S_{\phi_i} + S_i} - 2 \right) \right], \quad (2.123)$$

где a_i, β_i – соответственно коэффициенты увеличения урожайности и закупочной цены продукции на применении новой техники.

С целью упрощения выражения (2.123) обозначим:

$$A_i = a_i U_{o_i} F_i \beta_i C_{ni}, \quad B_i = 0,5 A_i K_{n_i} T_{ai}, \quad \varepsilon_i = \frac{S_{\phi_i}}{S_{n_i}}, \quad (2.124)$$

тогда

$$V_i = A_i - B_i \left[\frac{S_{\phi_i}}{\varepsilon_i (S_{\phi_i} + S_i)} + \frac{\varepsilon_i (S_{\phi_i} + S_i)}{S_{\phi_i}} - 2 \right]. \quad (2.125)$$

Анализ зависимости (2.125) показывает, что прирост продукции будет больше в том случае, если ограниченные ресурсы использовать для обеспечения техникой той из i -работ, для которой B_i имеет большее значение. Назовем этот показатель коэффициентом приоритета.

Вопрос об оптимальном распределении средств (нахождении $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) сводится к решению следующей математической задачи:

найти

$$\text{Max}_i \sum_{i=1}^n \left\{ A_i - B_i \left[\frac{S_{\phi_i}}{\varepsilon_i (S_{\phi_i} + S_i)} + \frac{\varepsilon_i (S_{\phi_i} + S_i)}{S_{\phi_i}} - 2 \right] \right\} \quad (2.126)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^n S_i = R, \quad S_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n). \quad (2.127)$$

Первоначально определяют значение, максимизирующее величину получаемой продукции

$$\frac{\partial V_i}{\partial S_i} = B_i \left[\frac{S_{\phi_i}}{\varepsilon_i (S_{\phi_i} + S_i)^2} + \frac{\varepsilon_i}{S_{\phi_i}} \right], \quad (2.128)$$

откуда

$$S_i = S_{\phi_i} \left(\frac{1}{\varepsilon_i} - 1 \right). \quad (2.129)$$

Поскольку имеющиеся средства ограничены, то в первую очередь следует приобретать те машины, которые будут использованы при выполнении технологических процессов с наибольшим коэффициентом приоритета.

На основе изложенного алгоритм распределения капитальных вложений следующий.

1. В соответствии с принятой моделью рассчитывают для каждого технологического процесса коэффициент приоритета:

$$B_i = 0,5a_i U_{o_i} F_i \beta_i C_{n_i} K_{n_i} T_{a_i}. \quad (2.130)$$

2. Технологические процессы располагают в порядке убывания коэффициента приоритета

$$B_1 \geq B_2 \geq \dots B_n. \quad (2.131)$$

3. Определяют для $i = 1, 2, \dots, n$ значения

$$P_k = \sum_{k=1}^n S_{\phi_k} \left(\frac{1}{\varepsilon_k} - 1 \right). \quad (2.132)$$

4. Находят такое значение индекса $i = q$, для которого

$$P_n \geq R. \quad (2.133)$$

5. Определяют распределение средств, максимизирующее величину валовой продукции

$$S = \begin{cases} S_{\phi_i} \left(\frac{1}{\varepsilon_i} - 1 \right), & i < q; \\ R - \sum_{i=1}^{q-1} S_i, & i = q; \\ 0, & i > q. \end{cases} \quad (2.134)$$

Пример. Распределить средства на приобретение техники по трем технологическим процессам (посев яровых, уборка зерновых культур и картофеля) с различной обеспеченностью техникой. Исходные данные приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Данные для расчета средств на приобретение техники

| Технологические процессы | F_i , га | U_i , т/га | T_{a_i} , сутки | S_{ϕ_i} , млрд. руб. | ε_i | K_{n_i} | C_{n_i} , тыс. руб./т |
|--------------------------|------------|--------------|-------------------|---------------------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| Посев яровых | 900 | | 8 | 30 | 0,9 | 0,015 | |
| Уборка зерновых культур | 1500 | 4 | 10 | 500 | 0,8 | 0,03 | 150 |
| Уборка картофеля | 200 | 25 | 15 | 100 | 0,7 | 0,009 | 200 |

Примем урожайность яровых 4 т/га, закупочную цену 150 млн. руб. за 1 т. С целью упрощения расчетов примем $a_i = \beta_i = 1$.

Тогда коэффициенты приоритета, согласно формуле (2.130) и с учетом условия (2.131) будут: для уборки зерновых культур $B_1 = 135$, для уборки картофеля $B_2 = 67,5$ и для посева яровых $B_3 = 32,4$ млн. руб.

Пусть на приобретение средств механизации 150 млрд. руб. Используя формулы (2.133) и (2.134), получим:

$$P_q = P_2 = 167,9 > 150.$$

Таким образом, на приобретение зерноуборочной техники необходимо выделить

$$S_1 = 500 \left(\frac{1}{0,8} - 1 \right) = 125 \text{ млрд. руб.}$$

картофелеуборочной техники

$$S_2 = 150 - 125 = 25 \text{ млрд. руб.}$$

Технику для посева зерновых из-за ограниченности ресурсов приобретать не следует.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислите общие принципы построения технологических процессов.
2. Что предполагает принцип поточности технологических процессов?
3. С учётом каких факторов устанавливают скоростной режим работы агрегата?
4. Методика выбора рационального режима работы самоходных уборочных агрегатов.
5. Как определяется максимально допустимая рабочая скорость зерноуборочного комбайна по пропускной способности?
6. Как определяется максимально допустимая рабочая скорость льноуборочного комбайна с вязальным аппаратом по пропускной способности?
7. Как определяется максимально допустимая рабочая скорость картофелеуборочного комбайна по пропускной способности?
8. Что такое запас хода агрегата по технологической ёмкости?
9. Имеется ли взаимозависимость между объёмом бункера и максимально допустимой по мощности двигателя скоростью движения зерноуборочного комбайна? Доказать аналитически.
10. Что понимается под кинематическим циклом работы агрегата?
11. Что понимается под технологическим циклом работы агрегата?
12. Как определяется количество циклов работы агрегата за смену?

13. Из каких регламентированных элементов состоит подготовительно-заключительное время?
14. Как определяется производительность агрегата за кинематический цикл?
15. Как определяется производительность агрегата за технологический цикл?
16. Приведите зависимость для определения действительного времени смены.
17. Дайте определение циклового времени работы погрузчика, зерноуборочного и силосоуборочного комбайнов.
18. Из каких элементов состоит цикловое время работы транспортно-агрегата?
19. В чём различие между расчётной и действительной производительностями погрузчика?
20. С какой целью разрабатываются технологические карты?
21. Как определяется необходимое количество агрегатов для выполнения заданного объёма работы?
22. Как определяется количество топлива на выполнение всего объёма работ по возделыванию и уборке с.-х. культур?
23. Как определяются затраты труда по каждой операции для механизаторов и вспомогательных рабочих?
24. Назовите способы и технологические схемы внесения органических и минеральных удобрений.
25. Приведите методику определения неравномерности внесения удобрений по площади.
26. По какой зависимости определяется вылет маркёра:
- при вождении по маркёрной линии только правым колесом трактора;
 - при вождении по маркёрной линии попеременно правым и левым колёсами трактора;
 - при вождении по маркёрной линии серединой трактора?
27. Приведите зависимость для определения количества посевных агрегатов, обслуживаемых одним загрузчиком сеялок.
28. Как проверить зерновую сеялку на заданную норму высева?
29. Как проверить сеялку на равномерность высева каждым высевающим аппаратом?
30. По какой зависимости можно определить максимальную скорость движения посевного агрегата с кукурузной или свекловичной сеялкой?
31. Как определить потребность в ядохимикатах для приготовления рабочего раствора при обработке посевов пестицидами?
32. Каким образом на практике можно опытным путём установить опрыскиватель на заданную норму расхода рабочей жидкости?

33. Как определить наибольший рабочий захват валковой захватки при раздельной уборке зерновых по условию качественного подбора и обмолота из валка комбайном?

34. Приведите зависимость для определения текущего значения мощности двигателя для работы самоходного уборочного агрегата.

35. Приведите зависимость для определения текущего значения мощности двигателя для работы тягово-приводного уборочного агрегата.

Примеры решения задач

Задача 1. Сколько необходимо тракторных транспортных агрегатов «Беларус 1523+ОЗТП-8573, производительностью 5 т/ч, для транспортировки картофеля от двух картофелеуборочных комбайнов ПКК-2-02, работающих с часовой производительностью 0,5 га/ч. Урожайность картофеля составила 20000 кг/га?

Решение. Для решения данной задачи воспользуемся принципом поточности технологических процессов

$$W_1 \cdot n_{a_1} \cdot T_1 = W_2 \cdot n_{a_2} \cdot T_2,$$

где W_1, n_{a_1}, T_1 – соответственно производительность, количество и продолжительность работы картофелеуборочных комбайнов;

W_2, n_{a_2}, T_2 – соответственно производительность, количество и продолжительность работы транспортных агрегатов.

Вначале определим часовую производительность картофелеуборочных комбайнов в единицах массы, т/ч

$$W_1 = W_1^{\text{га}} \cdot H,$$

где $W_1^{\text{га}}$ – часовая производительность картофелеуборочного комбайна в единицах площади, га/ч;

H – урожайность картофеля, т/га.

$$W_1 = W_1^{\text{га}} H = 0,5 \cdot 20 = 10 \text{ т/ч.}$$

Тогда необходимое количество транспортных агрегатов определится по зависимости

$$n_{a_2} = \frac{W_1 \cdot n_{a_1} \cdot T_1}{W_2 \cdot T_2} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 1}{5 \cdot 1} = 4 \text{ агрегата.}$$

Ответ: 4 транспортных агрегата.

Задача 2. Определить максимально возможную скорость движения зерноуборочного комбайна по пропускной способности ($q_d = 6$ кг/с), работающего с жаткой шириной захвата 6 м ($\beta = 0,96$) на уборке зерновых урожайностью 40 ц/га при коэффициенте соломистости 1,4.

Решение. Максимально возможную скорость движения зерноуборочного комбайна по пропускной способности молотильного аппарата определяем по формуле

$$v_{p \max}^q = \frac{10q_d}{B_p H},$$

где q_d – допустимая пропускная способность молотильного аппарата комбайна, кг/с;

B_p – рабочая ширина захвата жатки, м;

H – биологическая урожайность убираемой культуры, т/га.

Рабочую ширину захвата жатки определим по зависимости

$$B_p = B_k \beta = 6,0 \cdot 0,96 = 5,76 \text{ м},$$

где B_k – конструктивная ширина захвата жатки, м;

β – коэффициент использования конструктивной ширины захвата.

Биологическую урожайность убираемой культуры находим по формуле

$$H = h_s (1 + \delta_c) = 4,0(1 + 1,4) = 9,6 \text{ т/га},$$

где h_s – урожайность зерна, т/га;

δ_c – коэффициент солоmistости.

Тогда

$$v_{p \max}^q = \frac{10 \cdot 6}{5,76 \cdot 9,6} = 1,085 \text{ м/с}.$$

Ответ: 1,085 м/с.

Задача 3. Определить путь между двумя последовательными технологическими остановками посевного агрегата, если известно:

- грузоподъемность семенного бункера составляет 400 кг;

- рабочая ширина захвата сеялки – 4 м;

- норма высева семян – 0,2 т/га.

Решение. Путь между двумя последовательными технологическими остановками агрегата определяется по зависимости

$$l_{\text{ост}} = 10^3 Q_b / (B_p h) = 10^3 \cdot 0,4 / (4 \cdot 0,2) = 5000 \text{ м}.$$

где Q_b – грузоподъемность семенного бункера сеялки, т;

B_p – рабочая ширина захвата сеялки, м;

h – норма высева семян, т/га.

Ответ: 5000 м.

Задача 4. По условию предыдущей задачи определить производительность агрегата за технологический и кинематический цикл, если рабочая длина гона равна 800 м.

Решение. Производительность агрегата за технологический цикл определяется по формуле

$$W_{\text{тк}} = I_{\text{ост}} \cdot B_p : 10^4 = 5000 \cdot 4 : 10^4 = 2 \text{ га/цикл.}$$

Производительность агрегата за кинематический цикл определяется по формуле

$$W_{\text{к}} = (2 \cdot B_p \cdot L_p) : 10^4 = (2 \cdot 4 \cdot 800) : 10^4 = 0,64 \text{ га/цикл,}$$

где L_p – рабочая длина гона, м.

Ответ: 2 га/ч – за технологический и 0,64 га/ч – за кинематический циклы

Задача 5. Определить необходимое количество пахотных агрегатов для завершения вспашки в оптимальные агротехнические сроки ($D_p^{\text{опт}} = 10$ дней) на поле площадью 400 га, если они работают по 10,5 часов в сутки с производительностью 1,4 га/ч.

Решение. Необходимое количество пахотных агрегатов для завершения работы в оптимальные агротехнические сроки находится по зависимости

$$n_a = \frac{U_{\text{ф}}}{D_p^{\text{опт}} \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{сут}}} = \frac{400}{10 \cdot 1,4 \cdot 10,5} = 2,72.$$

Принимаем 3 агрегата

Ответ: 3 агрегата..

Задача 6. Определить места заправки агрегата Беларусь 920+ СПУ-4 семенами и их количество в местах заправки, если известно:

- грузоподъемность семенного бункера сеялки 600 кг;
- рабочая ширина захвата сеялки 4 м;
- норма высева семян составляет 250 кг/га;
- рабочая длина гона 720 м;
- рабочая скорость движения посевного агрегата 12 км/ч.

Решение. Определяется путь, проходимый агрегатом с одной заправкой семенами

$$l_{\text{ост}} = 10^4 Q_{\text{в}} / (B_p \cdot h) = 10^4 \cdot 0,6 / (4 \cdot 0,25) = 6000 \text{ м.}$$

Рассчитывается количество полных проходов агрегата с одной заправкой по зависимости

$$n = \frac{l_{\text{ост}}}{L_p} = \frac{6000}{720} = 8,333.$$

где L_p – рабочая длина гона, м.

Расчётное значение количества проходов округляется до целого в сторону уменьшения. Принимаем $n = 8$ проходов.

Определяется количество семян в местах заправки сеялки по зависимости

$$Q_{\text{мат}} = \frac{n_{\text{окр}} \cdot L_p \cdot B_p \cdot h}{10^4} = \frac{8 \cdot 720 \cdot 4 \cdot 250}{10^4} = 576 \text{ кг.}$$

Расположение мест заправки, т.е. расстояние между пунктами заправки сеялки семенами вдоль ширины поля, определяется по зависимости

$$l = n \cdot B_p = 8 \cdot 4 = 32 \text{ м.}$$

Ответ: 576 кг и 32 м.

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Техническое обслуживание МТП является важнейшей мерой предупреждения возникновения неисправностей машин, повышения срока их службы и технической готовности, а также снижения издержек на их содержание.

Количество технических обслуживаний (ТО) определяется исходя из их периодичности, плановой годовой наработки и технического состояния машин на начало планируемого периода.

1. Количество ремонтов и ТО по видам (ТР, КР, ТО-1, ТО-2, ТО-3) в планируемом году определяется

$$n_{\text{тр}} = \frac{U_{\text{тр.р}} + U_n}{P_{\text{тр}}} - n_{\text{кр}}; \quad (3.1)$$

$$n_{\text{ТО-1}} = \frac{U_{\text{ТО-1}} + U_n}{P_{\text{ТО-1}}} - n_{\text{кр}} - n_{\text{тр}} - n_{\text{ТО-3}} - n_{\text{ТО-2}}; \quad (3.2)$$

$$n_{\text{ТО-2}} = \frac{U_{\text{ТО-2}} + U_n}{P_{\text{ТО-2}}} - n_{\text{кр}} - n_{\text{тр}} - n_{\text{ТО-3}}; \quad (3.3)$$

$$n_{\text{ТО-3}} = \frac{U_{\text{ТО-3}} + U_n}{P_{\text{ТО-3}}} - n_{\text{кр}} - n_{\text{тр}} - n_{\text{ТО-3}}, \quad (3.4)$$

где $n_{\text{кр}}, n_{\text{тр}}, n_{\text{ТО-3}}, n_{\text{ТО-2}}, n_{\text{ТО-1}}$ – количество капитальных, текущих ремонтов и технических обслуживаний;

$U_{\text{кр}}, U_{\text{тр}}, U_{\text{ТО-3}}, U_{\text{ТО-2}}, U_{\text{ТО-1}}$ – выработка (кг израсходованного топлива) от последнего капитального, текущего ремонта или ТО-1, ТО-2, ТО-3;

U_n – планируемая годовая загрузка, кг израсходованного топлива или усл.эт.га;

$n_{\text{ТО-1}}, n_{\text{ТО-2}}, n_{\text{ТО-3}}, n_{\text{со}}$ – количество ТО-1, ТО-2, ТО-3, СО за трактором в планируемом году.

2. Распределение ТО по месяцам года производится соответственно распределению планируемого на год объема механизированных работ (U_n), сложившегося в стране.

3. Затраты труда на проведение всех ТО за тракторами в планируемом году определяются с учетом количества ТО по видам и их трудоемкости

$$H_{\text{то}} = \sum_{i=0}^n n_{\text{ТО-1}} \cdot H_{\text{то-1}} + \sum_{i=0}^n n_{\text{ТО-2}} \cdot H_{\text{то-2}} + \sum_{i=0}^n n_{\text{ТО-3}} \cdot H_{\text{то-3}} + \sum_{i=0}^n n_{\text{со}} \cdot H_{\text{со}}, \quad (3.5)$$

где i – марка трактора;

$H_{\text{ТО-1}_i}, H_{\text{ТО-2}_i}, H_{\text{ТО-3}_i}$ – трудоемкость, соответственно, ТО-1, ТО-2, ТО-3 и СО i -й марки трактора.

4. По известным значениям затрат труда на ТО в планируемом году и годового фонда рабочего времени определяется потребное количество (состав звена) мастеров-наладчиков для проведения ТО: без участия механизаторов

$$n_{\text{м}} = \frac{H_{\text{ТО}}}{\Phi_{\text{р.в}}}, \quad (3.6)$$

с участием механизаторов

$$n_{\text{м}} = \frac{H_{\text{ТО}}}{\Phi_{\text{р.в}} + \Phi_{\text{м}}}, \quad (3.7)$$

где $\Phi_{\text{р.в}}$ – годовой фонд рабочего времени мастера-наладчика, ч;

$$\Phi_{\text{р.в}} = 2250 \text{ ч.}$$

$\Phi_{\text{м}}$ – рабочее времени, затрачиваемое механизатором в течение года при ТО своего трактора, ч.

5. Коэффициент технической готовности тракторов или других машин данной марки определяется

$$K_{\text{т.г}} = \frac{M_i D_{\text{инв}} - M_i D_{\text{рем}}}{M_i D_{\text{инв}}}, \quad (3.8)$$

где $M_i D_{\text{инв}}$, $M_i D_{\text{рем}}$ – соответственно количество машинодней инвентарных и машинодней нахождения в ремонте в планируемом периоде;

M_i – количество машин i -й марки, шт.;

$$D_{\text{инв}} = 305 \text{ дней/год.}$$

Среднее значение коэффициента технической готовности тракторного (автомобильного) парка

$$K_{\text{т.г}} = \frac{\sum_{i=0}^n K_{\text{т.г}_i}}{n}, \quad (3.9)$$

где n – количество марок машин.

6. Эффективная мощность двигателя (л.с.), определяемая на обкаточно-тормозном стенде

$$N_e = \frac{P \cdot n}{1000}, \quad (3.10)$$

где P – условная нагрузка на валу двигателя по показанию весового механизма, кг;

n – частота вращения коленвала двигателя по показанию тахометра, об/мин.

7. Индикаторная мощность двигателя при известном значении индикаторного КПД

$$N_{и} = \frac{N_e}{\eta_{и}}, \quad (3.11)$$

где $\eta_{и}$ – индикаторный КПД двигателя.

8. Износ гидравлического насоса допускается до снижения его объемного КПД до $\eta_o = 0,6$.

При этом минимальная допустимая производительность насоса (л/мин) будет

$$V_{\min} = 0,6V_{\text{раб}} \cdot n \cdot 10^{-3}, \quad (3.12)$$

где $V_{\text{раб}}$ – рабочий объем насоса, см³;

n – частота вращения вала насоса, об/мин;

Задачи к разделу 3

3.1. Определить состав звена мастеров-наладчиков, если годовым объемом работ по техническому обслуживанию составляет 4700 ч. Механизатор участие в проведении ТО не принимает. (Округление – в меньшую сторону).

Ответ: 2 чел.

3.2. Каковы будут суммарные затраты труда на обслуживание пяти плугов, если каждый из них работает в году 200 часов с производительностью 1га/ч? Периодичность обслуживания – 20 га, а трудоемкость ТО -0,5 ч.

Ответ: 5 ч.

3.3. Определить эффективную мощность тракторного дизеля, если его индикаторная мощность 87 л.с., а индикаторный КПД $\eta_{и} = 0,75$.

Ответ: 65,25 л.с.

3.4. При какой производительности надо выбраковывать гидронасос НШ-32-2, если на номинальном режиме двигателя его валик вращается с частотой $n = 1750$ об/мин?

Ответ: 33,6 л/мин.

Вопросы для самопроверки

1. С какой периодичностью в мото-часах проводятся ТО-1, ТО-2 и ТО-3 за тракторами?
2. Сколько раз в год проводятся сезонные ТО?

3. Как определить коэффициент технической готовности тракторного парка?
4. Что такое условная нагрузка на валу дизеля, если его обкатывать на тормозном стенде?
5. При каком значении объёмного КПД гидронасоса его следует отправлять в ремонт?
6. Что такое рабочий объём гидронасоса?
7. Какая информация необходима для определения состава звена мастеров-наладчиков по техническому обслуживанию?

Пример решения задач

Задача 1. Гидравлический насос НШ-56 имеет объёмный коэффициент полезного действия $\eta_0 = 0,72$. Какова фактическая производительность насоса, если его вал вращается с частотой $n = 20 \text{ с}^{-1}$?

Решение. Производительность гидронасоса принято измерять в л/мин. Следовательно, при $n = 20 \text{ с}^{-1} = 1200 \text{ мин}^{-1}$. Марка насоса НШ-56 указывает, что насос шестерёнчатый с рабочим объёмом $V = 56 \text{ см}^3$. При объёмном КПД насоса $\eta_0 = 0,72$ его фактическая производительность будет равна

$$V_{\phi} = V \cdot n \cdot 10^{-3} \cdot \eta_0 = 56 \cdot 1200 \cdot 10^{-3} \cdot 0,72 = 48,38 \text{ л/мин.}$$

Ответ: 48,38 л/мин.

4. ТРАНСПОРТ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

4.1. Техничко-эксплуатационные показатели работы транспорта

Показатели готовности и использования парка. О техническом состоянии автомобилей и их готовности к работе судят по коэффициенту технической готовности подвижного состава

$$a_2 = \frac{AD_{\Gamma}}{AD}, \quad (4.1)$$

где AD_{Γ} – автомобиле-дни пребывания парка (автомобилей) в технически исправном состоянии.

Технически исправный автотранспорт может простаивать по организационным, метеорологическим и другим причинам. В связи с этим для анализа его работы используют другой относительный показатель – коэффициент выпуска (использования) подвижного состава

$$a_n = D_3 / D \quad (\text{для одного автомобиля за } D \text{ календарных дней}), \quad (4.2)$$

$$a_u = AD_3 / AD \quad (\text{для всего парка}), \quad (4.3)$$

где D_3, AD_3 – дни и автомобиле-дни фактической эксплуатации с учетом простоев;

D, AD – количество рабочих дней и автомобиле-дней за период или год.

Среднее время нахождения автомобиля в наряде (на линии) рассчитывается по формуле

$$T_n = AT_3 / AD_3, \quad (4.4)$$

где AT_3 – автомобиле-часы пребывания в наряде.

Показатели использования грузоподъемности подвижного состава характеризуют коэффициенты статического и динамического использования грузоподъемности.

Коэффициент статического использования грузоподъемности представляет собой отношение количества фактически перевезенного груза к количеству груза, которое могло быть перевезено при полном использовании грузоподъемности, т.е.

$$\gamma_c = \frac{Q}{q_n Z_c}, \quad (4.5)$$

где Q – количество перевозимого груза, т;

q_n – номинальная грузоподъемность транспортного средства, т;

Z_c – количество ездов.

При $Z_c = 1$

$$\gamma_c = \frac{q_\phi}{q_n}, \quad (4.6)$$

где q_ϕ – количество груза, фактически перевезенного за одну езду, т.

Для определенного вида груза

$$q_\phi = V_{\text{тр}} \gamma \lambda_{\text{тр}}, \quad (4.7)$$

где $V_{\text{тр}}$ – емкость кузова транспортного средства, м³;

γ – объемная масса груза, т/м³;

$\lambda_{\text{тр}}$ – коэффициент использования объема кузова.

Коэффициент динамического использования грузоподъемности представляет собой отношение фактически выполненной работы в тонно-километрах к возможной при полном использовании грузоподъемности

$$\gamma_d = \frac{U_\phi}{U_b} = \frac{U_\phi}{\Sigma l_{\text{тр}} \cdot q_n}, \quad (4.8)$$

где U_ϕ – фактически выполненная работа, ткм;

U_b – объем работы, который мог бы быть выполненным при полном использовании грузоподъемности автомобиля, ткм;

$\Sigma l_{\text{тр}}$ – общий пробег с грузом, км.

Статический и динамический коэффициенты будут равны, если за каждую езду перевозится одинаковое количество груза на различные расстояния или разное количество груза на одинаковое расстояние.

Использование пробега. Среднее расстояние перевозки грузов рассчитывают по формуле

$$l = \frac{U_\phi}{Q}, \quad (4.9)$$

где U_ϕ – объем работы транспортных средств, ткм;

Q – количество перевозимого груза, т.

Средняя длина езды с грузом показывает средний пробег, совершаемый транспортным средством за одну езду от пункта погрузки до пункта выгрузки, и рассчитывается по формуле

$$l_{\text{тр}} = \frac{\Sigma l_{\text{тр}}}{Z_e}, \quad (4.10)$$

где $\Sigma l_{\text{тр}}$ – пробег автомобиля с грузом, км;

Z_e – количество ездов с грузом.

Коэффициент использования пробега – отношение пробега с грузом к общему пробегу (в том числе и холостого)

$$\beta = \frac{\Sigma l_{гр}}{\Sigma l}, \quad (4.11)$$

где Σl – общий пробег, км.

Скоростные показатели характеризуют интенсивность работы подвижного состава.

Средняя техническая скорость $v_{тех}$ – это средняя скорость движения подвижного состава за определенный период времени

$$v_{тех} = \frac{\Sigma l}{T_{дв}} = \frac{\Sigma l}{T_{гр} + T_{хх}}, \quad (4.12)$$

где $T_{дв} = T_{гр} + T_{хх}$ – время движения автомобиля с грузом $T_{гр}$ и без груза $T_{хх}$ за время смены (наряда), ч.

Средняя эксплуатационная скорость – это условная скорость движения за время пребывания транспортного средства на линии. Ее рассчитывают по формуле

$$v_э = \frac{\Sigma l}{T_n}, \quad (4.13)$$

где T_n – суммарное время пребывания транспортного средства в наряде (на линии), ч.

4.2. Баланс времени смены при выполнении транспортных работ

Баланс времени смены при выполнении транспортных работ равен

$$T = T_{пз} + T_{гр} + T_{хх} + T_{пр}, \quad (4.14)$$

где $T_{пз}, T_{гр}, T_{хх}, T_{пр}$ – соответственно, время подготовительно-заключительное, движения с грузом и без него, время на погрузку и разгрузку (с учетом маневрирования в пунктах погрузки – разгрузки) в течение смены, ч.

Время на техническое обслуживание агрегата и физиологические потребности предусматривается в период погрузки – разгрузки.

Количество рейсов за смену

$$n_{рс} = \frac{T - T_{пз}}{t_{рс}}, \quad (4.15)$$

где $t_{рс}$ – среднее время рейса, ч.

Время рейса (время цикла транспортного средства $t_{ц.р.}$) рассчитывают по формуле (ч)

$$t_{рс} = t_{ц.р.} = t_{дв} + t_{п} + t_{р} + t_{доп}, \quad (4.16)$$

где $t_{дв} = t_{гр} + t_{хх} = \frac{l_{гр}}{v_{р.р.}} + \frac{l_{хх}}{v_{х.р.}}$ – время движения транспортного средства, ч;

$l_{гр}, l_{хх}$ – соответственно, пробег транспорта с грузом и без груза за одну езду, км;

$v_{р.р.}, v_{х.р.}$ – соответственно, скорость движения транспортного средства с грузом и без него, км/ч;

$t_{п}, t_{р}$ – соответственно, время на погрузку и разгрузку транспортного агрегата, ч;

$t_{доп}$ – дополнительное время (взвешивание груза, маневрирование при погрузке – разгрузке, ожидание разгрузки и т.д.), ч.

Для практических расчетов среднюю скорость движения на внутрихозяйственных перевозках для тракторных транспортных агрегатов с тракторами тягового класса 1,4 принимают 14–16 км/ч, класса 3 – 16–17 км/ч, автомобилей – 20–22 км/ч.

Время нахождения подвижного состава под погрузкой и разгрузкой ($t_{пр}$) в каждой езде включает: время ожидания погрузки – разгрузки; время передвижения у погрузочно-разгрузочных площадок; время выполнения погрузочно-разгрузочных работ; время оформления документов.

Основным элементом затрат рабочего времени в пунктах отправления и получения грузов является время погрузки – разгрузки.

Время простоя под погрузкой и разгрузкой транспортного средства принимают по справочным данным или рассчитывают [7].

Затраты времени на погрузку транспортного средства погрузчиком рассчитывают по формулам

$$t_n = \frac{V_{гр} \gamma_{гр}}{W_{пог.ч}}. \quad (4.17)$$

При загрузке транспортных средств от уборочных машин (без бункера) в процессе их движения время на погрузку (t_n , ч) рассчитывают по формуле (2.43) или по зависимости

$$t_n = \frac{l_{ост}}{3600v_p} = \frac{V_{гр} \gamma_{гр}}{0,36B_p v_p \tau H}. \quad (4.18)$$

Время (ч) на погрузку (механизованную разгрузку) при обслуживании бункерных уборочных машин

$$t_{\Pi} = t_{\text{MP}} \cdot n_{\text{б}} + t_{\text{ож}} \cdot n_{\text{б}}, \quad (4.19)$$

где t_{MP} – время разгрузки одного бункера комбайна, ч;

$n_{\text{б}}$ – количество бункеров, вмещающихся в транспортное средство;

$t_{\text{ож}}$ – время ожидания до начала разгрузки бункера, ч.

Время $t_{\text{ож}}$ равно времени заполнения бункера $t_{\text{ост}}$, если транспортное средство обслуживает один комбайн. При четкой организации групповой работы комбайнов

$$t_{\Pi} = t_{\text{MP}} \cdot n_{\text{б}} + t_{\text{пер}} \cdot (n_{\text{б}} - 1), \quad (4.20)$$

где $t_{\text{пер}}$ – время переезда от одного комбайна к другому, ч.

Время механизированной разгрузки бункера комбайна рассчитывают по формулам:

при выгрузке на остановках

$$t_{\text{MP}} = \frac{V_{\text{б}} \lambda_{\text{б}}}{3,6 W_{\text{ш}}}, \quad (4.21)$$

при выгрузке на ходу

$$t_{\text{MP}} = \frac{V_{\text{б}} \lambda_{\text{б}}}{3,6 W_{\text{ш}}} \cdot \left(1 + \frac{V_{\text{п}} \cdot B_{\text{п}} \cdot H}{10 W_{\text{ш}}} \right), \quad (4.22)$$

где $V_{\text{б}}$ – объем бункера, м³;

$\lambda_{\text{б}}$ – коэффициент наполнения бункера;

$W_{\text{ш}}$ – производительность шнека (транспортера), кг/с.

Количество бункеров уборочных машин, загружаемых в транспортное средство за 1 рейс (количество основных агрегатов в звене для групповой работы), рассчитывают по формуле

$$n_{\text{б}} = \frac{V_{\text{тр}} \cdot \lambda_{\text{тр}}}{V_{\text{б}} \cdot \lambda_{\text{б}}} \quad (4.23)$$

и округляют до ближайшего меньшего целого числа.

4.3. Производительность транспортных агрегатов

Количество работы, выполненной подвижным составом за единицу времени, называется *производительностью транспортного агрегата*.

Производительность транспортного агрегата (в т):
за рейс

$$W_{\text{pc}_Q} = q_n \cdot \gamma_c; \quad (4.24)$$

за час

$$W_{\text{ч}_Q} = \frac{q_n \cdot \gamma_c}{t_{\text{pc}}}; \quad (4.25)$$

за смену

$$W_{\text{см}_Q} = q_n \cdot \gamma_c \cdot n_{\text{pc}}. \quad (4.26)$$

Часовую производительность в тоннах (W_Q) или тонно-километрах (W_U) рассчитывают по формулам

$$W_{\text{ч}_Q} = \frac{q_n \cdot \gamma_c \cdot \beta \cdot v_{\text{тех}}}{l + \beta \cdot V_{\text{тех}} \cdot t_{\text{пр}}}, \quad (4.27)$$

$$W_{\text{ч}_U} = \frac{q_n \cdot \gamma_d \cdot \beta \cdot v_{\text{тех}} \cdot l}{l + \beta \cdot V_{\text{тех}} \cdot t_{\text{пр}}}, \quad (4.28)$$

где q_n – номинальная грузоподъемность транспортного средства, т;

γ_c, γ_d – коэффициенты использования грузоподъемности (статический и динамический);

$v_{\text{тех}}$ – техническая скорость, км/ч;

β – коэффициент использования пробега;

l – среднее расстояние перевозки груза, км;

$t_{\text{пр}}$ – время простоя под погрузкой и разгрузкой, ч;

t_{pc} – среднее время рейса, ч;

n_{pc} – количество рейсов за смену.

Сменная производительность

$$W_{\text{см}} = W_{\text{ч}}(T - t_{\text{то}}), \quad (4.29)$$

где $t_{\text{то}}$ – время простоев на техническое обслуживание в течение смены, ч.

4.4. Определение потребности в транспортных средствах

Потребность в транспортных средствах планируют на год (или на перспективу) и на текущий период года.

Необходимое количество транспортных (погрузочных) средств определяют, разделив объем транспортной работы за день (ткм, объем погрузочных работ, т) на дневную производительность одного транспортного средства (погрузочного аппарата)

$$m_x = \frac{Q \cdot l}{D_p \cdot W_{\text{см}} \cdot K_{\text{см}}} = \frac{7 \cdot U}{D_p \cdot W_{\text{см}} \cdot T_{\text{сут}}}; \quad (4.30)$$

$$n_{\text{пог}} = \frac{7 \cdot Q}{D_p \cdot W_{\text{см.пог}} \cdot T_{\text{сут}}} . \quad (4.31)$$

Объем перевозок Q (т) рассчитывают для каждого груза, умножив площадь посева (уборки) на норму высева, внесения удобрений (урожайность сельскохозяйственных культур). Величина транспортной работы U (ткм) – это произведение объема перевозок Q на дальность перемещения соответствующего груза l .

Количество транспортных агрегатов, необходимых для полной загрузки погрузочного средства, рассчитывают по формуле (2.50).

Если транспорт обслуживает полевые технологические агрегаты, необходимое для этого количество транспортных средств рассчитывают по условию равенства производительности технологических агрегатов и транспортных средств

$$m_x = \frac{W_{\text{ч}} \cdot n_a}{W_{\text{ч}_Q}} , \quad (4.32)$$

где $W_{\text{ч}}$ – часовая производительность технологического агрегата, т/ч;

n_a – количество технологических агрегатов в звене (отряде);

$W_{\text{ч}_Q}$ – производительность транспортного средства (с учетом времени загрузки-выгрузки и маневрирования), т/ч.

Количество транспортных средств для обслуживания основного (технологического) агрегата рассчитывают по формуле (2.42).

Групповое использование техники на полевых работах имеет ряд преимуществ по сравнению с работой отдельных машинных агрегатов.

Количество транспортных средств для звена из n_a комбайнов рассчитывают по формуле

$$m_x = \frac{n_a \cdot t_{\text{ц.пр}}}{n_6 \cdot t_{\text{ц.т}}} , \quad (4.33)$$

где n_6 – количество бункеров уборочных машин, загружаемых в транспортное средство за 1 рейс.

Количество транспортных средств m_x округляют до ближайшего большего целого числа.

Задачи к разделу 4

4.1. Определить сменную производительность (т/см) транспортного агрегата Беларусь 1523+1ПТС-9 при транспортировке навоза и заготовке органических удобрений в зимний период, если время рейса 1,17 ч, время регламентированных перерывов агрегата в течение смены 0,29 ч, объем прицепа 13 м³, плотность навоза 0,8 т/м³, коэффици-

ент использования объема прицепа 0,9, номинальная грузоподъемность прицепа 9 т.

Ответ: 54 т/см.

4.2. Определить часовую производительность (т/ч) транспортного агрегата Беларусь 80.1+2ПТС-4 при транспортировке навоза и заготовке органических удобрений в зимний период, если техническая производительность погрузчика 100 т/ч, объем прицепа $6,1 \text{ м}^3$, плотность навоза $0,8 \text{ т/м}^3$, коэффициент использования объема прицепа 0,9, номинальная грузоподъемность прицепа 4 т, общее время движения с грузом и без груза 0,79 ч, время разгрузки прицепа 0,07 ч.

Ответ: 4,44 т/ч.

4.3. Определить время погрузки тракторного транспортного агрегата Беларусь 82.1+2ПТС-4-785А, обслуживающего картофелеуборочный агрегат Беларусь 80.1+ПКК-2-02 «Полесье», если погрузка в прицеп осуществляется на остановке комбайна с учетом времени ожидания наполнения бункера, путь наполнения бункера комбайна 571,4 м, рабочая скорость движения комбайна по полю – 1,4 м/с, коэффициент рабочих ходов 0,8, время разгрузки 1 бункера – 3 минуты, за 1 рейс в прицеп загружают 2 бункера.

Ответ: 0,38 ч.

4.4. Автомобиль с номинальной грузоподъемностью 4 т за одну езду перевез 3 т груза. Чему равен коэффициент статического использования грузоподъемности?

Ответ: 0,75.

4.5. Общий пробег автомобиля с грузом 250 км, а без груза – 280 км. Чему равен коэффициент использования пробега?

Ответ: 0,47.

4.6. Сколько потребуется тракторных транспортных агрегатов для транспортировки измельченной соломы от двух зерноуборочных комбайнов, если емкость прицепа 12 м^3 , коэффициент его наполнения 1,1, плотность соломы $0,2 \text{ т/м}^3$, урожайность зерна 3 т/га, коэффициент соломистости 1,6, часовая производительность комбайна 2,5 га/ч, расстояние транспортировки соломы 3 км, средняя скорость движения транспортного агрегата 25 км/ч, общее время простоев под погрузкой, разгрузкой и ожидания в течение рейса составляет 15 минут?

Ответ: 5 агрегатов.

4.7. Общий пробег автотранспорта 350 км, а время его движения 7 часов. Определить техническую скорость автотранспорта.

Ответ: 50 км/ч.

4.8. Автомобиль перевез 16 т груза на расстояние 15 км. Чему равен объем транспортной работы в тонно-километрах?

Ответ: 240 ткм.

4.9. За сколько часов одним кормоуборочным комбайном будет убрана зеленая масса для заполнения силосной траншеи объемом 800 м^3 при урожайности зеленой массы 40 т/га и плотности $1,5 \text{ т/м}^3$, если рабочая ширина захвата жатки кормоуборочного комбайна 4 м , рабочая скорость движения 2 м/с , чистое время работы за смену 4 часа ?

Ответ: 18,2 ч.

4.10. Сколько дней потребуется 10 автомобилям для перевозки сахарной свеклы от временных кагатов на завод, если расстояние перевозки 22 км , техническая скорость движения 45 км/ч , общее время погрузки и разгрузки автомобиля 10 минут , объем кузова автомобиля 25 м^3 , плотность корнеплодов сахарной свеклы $0,62 \text{ т/м}^3$, объем перевозки 20000 т , продолжительность работы в сутки $10,5 \text{ часов}$?

Ответ: 15 дней.

4.11. Определить необходимое количество автомобилей для обслуживания звена из 4 зерноуборочных комбайнов, если время наполнения бункера комбайна составляет 20 мин , время рейса автомобиля – 60 мин , а в кузове автомобиля вмещается два бункера зерна.

Ответ: 6 автомобилей.

4.12. Определить оптимальный состав уборочно-транспортного звена, состоящего из комбайнов КЗС-7 и автомобилей ГАЗ-3307 для отвозки зерна на расстояние 6 км со средней (с грузом и без груза) скоростью 40 км/ч . Грузовместимость бункера комбайна 2 т , автомобиля – $4,0 \text{ т}$ ($\lambda_{\text{мр}}=1,0$). Производительность выгрузного шнека комбайна 30 т/ч ; время переезда автомобиля от комбайна к комбайну 3 мин ; время разгрузки автомобиля с учётом маневрирования 3 мин ; время наполнения бункера комбайна 30 мин .

Ответ: 2 комбайна и 1 автомобиль.

4.13. Определить оптимальный состав уборочно-транспортного звена, состоящего из комбайнов Дон-1500 и грузовых автомобилей грузоподъёмностью 8 т ($\lambda_{\text{мр}}=1,0$) для отвозки зерна на расстояние 8 км со скоростью 35 км/ч . Комбайн оборудован жаткой с рабочей шириной захвата 6 м , убирает ячмень урожайностью 40 ц/га двигаясь со скоростью $4,2 \text{ км/ч}$ и коэффициентом рабочих ходов $0,8$. Грузовместимость бункера комбайна 4 т . Производительность выгрузного шнека комбайна 35 т/ч ; время переезда автомобиля от комбайна к комбайну составляет 4 мин ; время разгрузки автомобиля с учётом маневрирования составляет 5 мин .

Ответ: 2 комбайна и 1 автомобиль.

4.14. Льноуборочный агрегат Беларусь 80.1+ЛК-4А+2ПТС-4 наполняет льноворохом прицеп за 80 мин и за 5 мин производит его замену. Наполненный прицеп другой трактор «Беларус»- 80.1 со средней транспортной скоростью 20 км/ч отвозит к месту переработки льновороха, расположенному на расстоянии 4 км , затрачивая на его

разгрузку 3 мин. Определить необходимое количество тракторов для транспортировки льновороха от комбайна.

Ответ: 1 трактор.

4.15. Агрегат Беларус 82.1+КПК-2 убирает картофель урожайностью 300 ц/га со скоростью 2,6 км/ч и непроизводительными затратами времени (технологическое и техническое обслуживание, повороты и др.) 30 %. Расстояние до сортировального пункта в 12,5 км транспортное средство преодолевает со средней скоростью 50 км/ч и затрачивает на разгрузку 4 мин. Сколько 3-х тонных автомобилей ($\lambda_{\text{тр}}=1,0$) нужно для обслуживания комбайнов?

Ответ: 3 автомобиля.

4.16. Сколько транспортных агрегатов Беларус 80.1+ПСЕ-20 ($\lambda_{\text{тр}}=0,9$) потребуется для отвоза зелёной массы от косилки КИН-Ф-1500 «Полесье», работающей с трактором Беларус 820 на скорости 8,2 км/ч. Расстояние транспортировки 7 км агрегат проходит со средней скоростью 20 км/ч; урожайность зелёной массы 400 ц/га; рабочая длина гона 600 м; время разворота уборочного агрегата на конце гона – 4 мин; объёмная масса убираемой культуры – 0,25 т/м³; время разгрузки прицепа – 6 мин?

Ответ: 6 агрегатов.

4.17. Определить потребное количество транспортных агрегатов Беларус 920+2ПТС-4-785А ёмкостью кузова 6,1 м³ ($\lambda_{\text{тр}}=0,8$) для бесперебойной работы погрузчика ПКУ-0,8 производительностью 20 т/ч для отвозки силоса на расстояние 5 км, если транспортная скорость движения трактора 30 км/ч; плотность силоса – 0,72 т/м³, а время выгрузки прицепа составляет 5 мин.

Ответ: 3 агрегата

4.18. Кормоуборочный комбайн КСК-100А убирает кукурузу урожайностью 280 ц/га, двигаясь со скоростью 3,2 км/ч при рабочей ширине захвата 2,2 м. Непроизводительные затраты времени составляют 20 %. Отвозит массу на расстояние 6 км со скоростью 24 км/ч агрегат Беларус 1523+ПТС-Ф-60, грузоподъёмность которого составляет 12 т ($\lambda_{\text{тр}}=1,0$). Определить количество транспортных агрегатов для бесперебойной работы КСК-100А, если время выгрузки прицепа ПТС-Ф-60 составляет 6 мин.

Ответ: 2 агрегата.

4.19. Комбайн ККП-3 в агрегате с трактором Беларус 1523 убирает кукурузу с междурядьем 70 см, двигаясь по полю длиной 600 м со скоростью 5 км/ч. Урожайность початков 70 ц/га, силосной массы – 250 ц/га. Определить, сколько потребуется 3-х тонных автомобилей ($\lambda_{\text{тр}}=1,0$) для отвоза силосной массы и 4-х тонных прицепов ($\lambda_{\text{тр}}=1,0$) для отвоза початков, если время движения с грузом и без груза для автомобилей составляет 0,12 ч, для тракторов – 0,4 ч. Время выгруз-

ки автомобиля 4 мин, прицепа – 10 мин. Уборочный агрегат затрачивает на разворот за пределами поля 6 мин и 6 мин на замену прицепа.

Ответ: 2 автомобиля и 2 прицепа

4.20. Какое количество (массу) удобрений за нормо-смену (7 часов) внесёт агрегат Беларусь 1523+МТТ-10 (грузовместимость 11 т), двигаясь по полю со скоростью 3 км/ч и разбрасывая удобрения полосой 6,5 м (с учётом перекрытия в смежных проходах) при дозе внесения 40 т/га? Рабочая длина гона – 360 м, способ движения – челночный. На поворот в конце гона агрегат затрачивает 0,36 мин в среднем. Производительность погрузчика – 100 т/ч. Расстояние до пункта погрузки удобрений (2 км) агрегат преодолевает с грузом за 10 мин, без груза – за 9 мин. Дополнительное время в зоне погрузки составляет 2 мин. Внецикловые нормируемые затраты составляют 20 % времени смены.

Ответ: 99 тонн.

Вопросы для самопроверки

1. По значению какого коэффициента судят о техническом состоянии автомобилей и их готовности к работе?
2. Из каких элементов складывается общий пробег автомобиля?
3. Дайте определение ездки, рейса, маршрута транспортного средства.
4. Назовите показатели и приведите зависимости для их определения по транспортным агрегатам:
 - использования рабочего времени;
 - использования скорости движения;
 - использования пробега;
 - использования грузоподъёмности.
5. Как определяются затраты времени на погрузку транспортного средства погрузчиком?
6. По какой зависимости находится время загрузки транспортных средств от уборочных (без бункера) машин в процессе их движения?
7. Как определить количество основных (технологических) агрегатов для работы в составе звена?
8. Приведите зависимость для определения производительности транспортного агрегата:
 - за рейс;
 - за час;
 - за смену.
9. В чём различие при определении часовой производительности транспортного агрегата в тоннах и тонно-километрах?

10. По какой зависимости находится количество транспортных средств, необходимых для обслуживания группы основных агрегатов?

Примеры решения задач

Задача 1. Определить необходимую высоту надставных бортов пятитонного автомобиля, если при размерах стандартного кузова $3,5 \times 2,5 \times 0,8$ м он перевозит сенажную массу плотностью $0,3$ т/м³ при коэффициенте использования объема кузова $0,9$.

Решение. Фактическое количество груза, перевозимого автомобилем за одну езду составит

$$q_{\text{ф}} = V_{\text{тр}} \gamma \lambda_{\text{тр}} = (3,5 \cdot 2,5 \cdot 0,8) \cdot 0,3 \cdot 0,9 = 1,89 \text{ т},$$

где $V_{\text{тр}}$ – объем кузова автомобиля, м³;

γ – плотность (объемная масса) материала, т/м³;

$\lambda_{\text{тр}}$ – коэффициент использования объема кузова.

При использовании номинальной грузоподъемности данный автомобиль должен перевозить за одну езду

$$q = q_n \lambda_{\text{тр}} = 5 \cdot 0,9 = 4,5 \text{ т},$$

где q_n – номинальная грузоподъемность автомобиля, т.

В этом случае объем кузова должен составлять

$$V_{\text{тр}}^{\text{нб}} = \frac{q \cdot V_{\text{тр}}}{q_{\text{ф}}} = \frac{4,5 \cdot (3,5 \cdot 2,5 \cdot 0,8)}{1,89} = 16,67 \text{ м}^3,$$

где $V_{\text{тр}}^{\text{нб}}$ – объем кузова с надставными бортами, м³.

Высота бортов (стандартного и надставного в сумме) при этом будет равна

$$h_{\text{тр}}^{\text{нб}} = \frac{V_{\text{тр}}^{\text{нб}}}{S_{\text{тр}}} = \frac{16,67}{3,5 \cdot 2,5} = 1,9 \text{ м}.$$

Тогда высота надставных бортов составит

$$h_{\text{тр}}^{\text{н}} = h_{\text{тр}}^{\text{нб}} - h_{\text{тр}}^{\text{с}} = 1,9 - 0,8 = 1,1 \text{ м}.$$

Ответ: высота надставных бортов составит **1,1 м**.

Задача 2. Определить статический коэффициент использования грузоподъемности автомобиля, если за 10 рейсов он перевез 40 т грузов при номинальной грузоподъемности 5 т.

Решение. Статический коэффициент использования грузоподъемности определяется по формуле

$$\gamma_c = \frac{Q}{q_n Z_c} = \frac{40}{5 \cdot 10} = 0,8,$$

где Q – количество перевозимого груза, т;

q_n – номинальная грузоподъемность транспортного средства, т;

Z_c – количество ездов.

Ответ: 0,8.

Задача 3. Определить динамический коэффициент использования грузоподъемности автомобиля по условию предыдущей задачи, если расстояние перевозки составляло 5 км.

Решение. Динамический коэффициент использования грузоподъемности определяется по формуле

$$\gamma_d = \frac{U_\phi}{U_b} = \frac{U_\phi}{q_n \Sigma l_{гр}} = \frac{4,5 \cdot 10 \cdot 5}{5 \cdot 5 \cdot 10} = 0,9,$$

где U_ϕ – фактически выполненная работа, ткм;

U_b – объем работы, который мог бы быть выполненным при полном использовании грузоподъемности автомобиля, ткм;

$\Sigma l_{гр}$ – общий пробег с грузом, км.

Ответ: 0,9.

Задача 4. Определить часовую производительность транспортного агрегата в тоннах грузового автомобиля номинальной грузоподъемностью 8 т, если статический коэффициент использования грузоподъемности составляет 0,8 при среднем времени рейса 0,64 часа.

Решение. Производительность транспортного агрегата за час определяется по формуле

$$W_{q_o} = \frac{q_n \cdot \gamma_c}{t_{рс}} = \frac{8 \cdot 0,8}{0,64} = 10 \text{ т},$$

где q_n – номинальная грузоподъемность транспортного средства, т;

γ_c – коэффициенты использования грузоподъемности (статический и динамический);

$t_{рс}$ – среднее время рейса, ч.

Ответ: 10 т.

Задача 5. Определить количество автомобилей для обслуживания звена, состоящего из двух зерноуборочных комбайнов, если в кузов автомобиля вмещается три бункера комбайна, а цикловое время работы комбайна и автомобиля соответственно составляют 23 и 97 минут.

Решение. Количество транспортных средств для обслуживания двух зерноуборочных комбайнов рассчитывается по формуле

$$m_x = \frac{n_a \cdot t_{цп}}{n_b \cdot t_{цг}}$$

где n_a – количество зерноуборочных комбайнов в звене;

n_b – количество бункеров уборочных машин, загружаемых в транспортное средство за 1 рейс;

$t_{цп}$ – время цикла автомобиля, ч;

$t_{цг}$ – время технологического цикла зерноуборочного комбайна, ч.

Подставляя численные значения, имеем

$$m_x = \frac{n_a \cdot t_{цп}}{n_b \cdot t_{цг}} = \frac{2 \cdot 97}{3 \cdot 23} = 2,81.$$

Принимаем три автомобиля.

Ответ: 3 автомобиля.

5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ И АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА

1. Количество эталонных тракторов на 1000 га пашни

$$X_э = 10^3 \cdot \sum X_i W_{э_i} / F_{п}, \quad (5.1)$$

где X_i – количество физических тракторов i -й марки, шт.;

$W_{э_i}$ – коэффициент перевода физических тракторов в эталонные;

$F_{п}$ – площадь пашни, га.

2. Количество автомобилей в 2-х тонном исчислении на 1000 га пашни;

$$X_{авт} = 10^3 \cdot \sum q_a / 2F_{п}, \quad (5.2)$$

где $\sum q_a$ – суммарная грузоподъемность автомобилей предприятия, т.

3. Энерговооруженность труда механизаторов (кВт/чел)

$$\mathcal{E}_м = \sum N_e / \sum m, \quad (5.3)$$

где $\sum N_e$ – суммарная мощность всех двигателей предприятия, кВт;

$\sum m$ – количество механизаторов, чел.

4. Энергонасыщенность пашни (кВт/1000 га)

$$\mathcal{E} = 10^3 \sum N_e / F_{п}. \quad (5.4)$$

5. Балансовая стоимость тракторов предприятия на 1000 га пашни (руб./1000 га)

$$B_{т_n} = 10^3 \sum B_{т_i} / F_{п}, \quad (5.5)$$

где $\sum B_{т_i}$ – суммарная балансовая стоимость тракторов предприятия, руб.

6. Балансовая стоимость сельскохозяйственных машин на 1000 га пашни (руб./1000 га пашни)

$$B_{м_n} = 10^3 \cdot \sum B_{м_i} / F_{п}, \quad (5.6)$$

где $\sum B_{м_i}$ – суммарная балансовая стоимость сельскохозяйственных машин предприятия, руб.

7. Соотношение стоимости сельскохозяйственных машин и тракторов

$$K_{схм} = B_{м_n} / B_{т_n} = \sum B_{м_i} / \sum B_{т_i}. \quad (5.7)$$

8. Техническая обеспеченность сельскохозяйственных угодий предприятия

$$K_{об} = \frac{\sum B_{т_i} + \sum B_{схм_i}}{F_{с.х.}}, \quad (5.8)$$

где $F_{с.х.}$ – площадь сельскохозяйственных угодий предприятия, га.

9. Годовая загрузка тракторов данной марки, норма-час

$$T_{\text{год}} = \Sigma N_{\text{ч}_i} / \Sigma X_i, \quad (5.9)$$

где $\Sigma N_{\text{ч}_i}$ – суммарное количество часов, отработанное тракторами i -й марки, ч;

ΣX_i – количество тракторов i -й марки, шт.

10. Суммарный годовой объем механизированных тракторных работ (усл. эт. га)

$$U_{\text{усл}} = \Sigma N_{\text{ч}_i} \cdot W_{\text{э}_i}. \quad (5.10)$$

11. Плотность механизированных работ (усл.эт.га/ га)

$$П = U_{\text{усл}} / F_{\text{п}}. \quad (5.11)$$

12. Выработка на эталонный трактор (усл.эт.га/ усл.эт.тр)

$$U_{\text{год.э}} = U_{\text{усл}} / \Sigma X_i \cdot W_{\text{э}_i}. \quad (5.12)$$

13. Коэффициент сменности

$$K_{\text{см}} = \sum_{i=0}^n N_i / \Sigma D_{\text{р}_i}, \quad (5.13)$$

где ΣN_i – количество отработанных за год норма-смен i -й маркой тракторов;

n – количество марок тракторов;

$D_{\text{р}_i}$ – количество отработанных за год дней i -й маркой тракторов.

14. Коэффициент использования тракторов

$$\alpha_{\text{п}} = \Sigma X_i D_{\text{р}_i} / \Sigma X_i \cdot D_{\text{инв}_i}. \quad (5.14)$$

15. Уровень механизации (%):

а) по объемам работ

$$V_{\text{м}} = 100 F_{\text{м}} / (F_{\text{м}} + F_{\text{в}}); \quad (5.15)$$

б) по затратам труда

$$V_{\text{м}_t} = 100 \Sigma Z_{\text{м}} / (\Sigma Z_{\text{м}} + \Sigma Z_{\text{в}}), \quad (5.16)$$

где $F_{\text{м}}, F_{\text{в}}$ – соответственно, объем работ, выполненных механизаторами и вспомогательными рабочими, га (т, ткм);

$Z_{\text{м}}, Z_{\text{в}}$ – затраты труда механизаторов и вспомогательных рабочих, ч.

16. Затраты труда:

- на единицу площади

$$Z_{\text{га}} = (\Sigma Z_{\text{м}} + \Sigma Z_{\text{в}}) / F_{\text{к}}; \quad (5.17)$$

- на единицу продукции

$$Z_{\text{ц}} = (\Sigma Z_{\text{м}} + \Sigma Z_{\text{в}}) / F_{\text{к}} H, \quad (5.18)$$

где $F_{\text{к}}$ – площадь, занимаемая с.-х. культурой, га;

H – урожайность культуры, т/га.

Задачи к разделу 5

5.1. Определить плотность механизированных работ, если на пашне в 1800 га выполнен объем механизированных работ в 55800 усл.эт.га

Ответ: 31 усл. эт. га/га.

5.2. Определить уровень механизации в % по затратам труда, если затраты труда механизаторов и вспомогательных рабочих составили соответственно 4500 и 800 часов.

Ответ: 84,9 %.

5.3. Трактор Беларус 1221 за год отработал 100 дней при среднем коэффициенте сменности 2,0. Какова годовая выработка трактора в условных эталонных гектарах, если коэффициент перевода его в условные равен 1,3?

Ответ: 1820 усл. эт. га.

5.4. При посеве зерновых на площади 600 га 1/3 площади засеяна агрегатом Беларус 920+СПУ-3 и 2/3 площади – Беларус 1221+СПУ-6. Сменная производительность их на посеве соответственно 20 и 30 га/см, эталонная часовая выработки 0,80 и 1,3 усл.эт.га/ч. Какой объем механизированных работ в условных эталонных гектарах будет при этом выполнен?

Ответ: 177,3 усл. эт. га.

5.5. Среднегодовое количество работников на предприятии 150 человек, а общие энергетические мощности предприятия 7500 кВт. Какова энерговооруженность труда на предприятии?

Ответ: 50 кВт/чел.

Вопросы для самопроверки

1. Как определить количество эталонных тракторов и количество автомобилей в 2-х тонном исчислении на 1000 га пашни?
2. Дайте определение энерговооружённости труда и приведите зависимость для её расчёта.
3. Дайте определение энергонасыщенности и приведите зависимость для её расчёта.
4. Как определяется техническая обеспеченность сельскохозяйственных угодий?
5. Приведите зависимость для определения фактической годовой загрузки тракторов по маркам.
6. Как определяется суммарный годовой объём механизированных тракторных работ?
7. Приведите зависимость для определения плотности механизированных работ.

8. Как определяется выработка в усл.эт.га на эталонный трактор?
9. Как определяются коэффициент сменности и коэффициент использования тракторов? В чём их различие?
10. Как определяется уровень механизации:
- по объёму выполненных работ;
 - по затратам труда?

Примеры решения задач

Задача 1. Определить количество эталонных тракторов на 1000 га пашни, если в составе МТП имеются два трактора К-701, три трактора Беларус 1523, пять тракторов Беларус 1221 и десять тракторов Беларус 820, а площадь пашни составляет 3500 га.

Решение. Количество эталонных тракторов на 1000 га пашни определяется по зависимости

$$X_3 = 10^3 \cdot \sum X_i W_{3i} / F_{п},$$

где X_i – количество физических тракторов i -й марки, шт.;

W_{3i} – коэффициент перевода физических тракторов в эталонные;

$F_{п}$ – площадь пашни, га.

Тогда

$$X_3 = 10^3 \cdot (2 \cdot 2,7 + 3 \cdot 1,56 + 5 \cdot 1,3 + 10 \cdot 0,8) / 3500 = 7,02 \text{ усл.эт.тр./1000 га.}$$

Ответ: 7,02 усл.эт. тр./1000 га.

Задача 2. Определить плотность механизированных работ при возделывании зерновых на площади 2500 га, если суммарный годовой объём механизированных тракторных работ составил 13000 усл. эт. га.

Решение. Плотность механизированных работ (усл.эт.га/га) определяется по зависимости

$$\Pi = U_{\text{усл}} / F,$$

где $U_{\text{усл}}$ – суммарный годовой объём механизированных тракторных работ, усл.эт. га;

F – площадь возделываемой культуры, га.

Тогда

$$\Pi = 13000 / 2500 = 5,2 \text{ усл.эт.га /га.}$$

Ответ: 5,2 усл. эт. га/га.

Задача 3. Используя условие задачи 1, определить среднюю по сельскохозяйственному предприятию выработку на один эталонный

трактор, если суммарный годовой объём механизированных тракторных работ составил 64000 усл.эт.га.

Решение. Выработка на эталонный трактор определяется по формуле

$$U_{\text{год}} = U_{\text{усл}} / \sum X_i \cdot W_{\text{э}} = 64000 / (2 \cdot 2,7 + 3 \cdot 1,56 + 5 \cdot 1,3 + 10 \cdot 0,8) = 2603,7 \text{ усл. эт. га / усл.эт. тр.}$$

Ответ: 2603,7 усл. эт. га / усл.эт. тр.

Задача 4. Используя состав МТП из задачи 1, определить коэффициент использования тракторов за декаду, если они отработали семь дней

Решение. Коэффициент использования тракторов определяется по формуле

$$\alpha_n = \sum(X_i \cdot D_p) / \sum(X_i \cdot D_{\text{инв}}),$$

где D_p – количество отработанных за отчётный период дней i -той марки трактора, дней;

$D_{\text{инв}}$ – количество инвентарных дней i -той марки трактора за этот же период, дней.

Подставив численные значения, получим

$$\alpha_n = (2 \cdot 7 + 3 \cdot 7 + 5 \cdot 7 + 10 \cdot 7) / (2 \cdot 10 + 3 \cdot 10 + 5 \cdot 10 + 10 \cdot 10) = 0,7.$$

Ответ: 0,7.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа возрождения и развития села на 2005-2010 гг. – Минск, 2005. – 94 с.
2. Эксплуатация сельскохозяйственной техники: учебник для учащихся специальности «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства» учреждений, обеспечивающих получение сред. спец. образования / Ю. В. Будько и [др.]; под ред. Ю.В. Будько. – Минск : Беларусь, 2006. – 510 с.
3. Техническое обеспечение земледелия: учеб. пособие /А. В. Новиков [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2006. – 384 с.
4. Новиков, А. В. Проектирование механизированных процессов в растениеводстве: конспект лекций. /А. В. Новиков, В. Д. Лабодаев, И. Н. Шило. – Минск : БГАТУ, 2004. – 116 с.
5. Новиков, А. В. Техническое обеспечение процессов в земледелии: учебная программа для учреждений, обеспечивающих получение высшего образования по специальности 1-74 06 01 «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства». /А. В. Новиков [и др.]. – Минск : ГУ УМЦ Минсельхозпрода, 2005. – 17 с.
6. Васильев, В. В. Самостоятельная работа студентов — основа повышения качества подготовки специалистов. В сб. «Интеграция обучения, науки и производства в системе профессионального образования Республики «Беларусь». – Материалы четвертой международной научно-практической конференции, г. Минск, 29–30 марта 2001 г. / В.В. Васильев, О. А. Шавлинский. – Минск : БГАТУ, 2001, с. 109–111.
7. Ляхов, А. П. Эксплуатация машинно-тракторного парка: учеб. пособие для с.-х. вузов / А. П. Ляхов [и др.]; под ред. Ю. В. Будько. – Минск : Ураджай, 1991. – 336 с.
8. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов /Ин. аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ. В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск : Бел. наука, 2005. – 460 с.
9. Сельскохозяйственная техника, выпускаемая в Республике «Беларусь»: каталог. – Минск : УП «СКТБ БелНИИМСХ», 2002. – 88 с.
10. Шило, И. Н. Ресурсосберегающие технологии сельскохозяйственного производства. / И. Н. Шило, В. Н. Дашков. – Минск, 2003. – 183 с.
11. Новиков, О. А. Прикладные вопросы теории массового обслуживания. / О. А. Новиков, С. И. Петухов. – М.: Советское радио, 1969. – 400 с.
12. Кадыров, М. А. О земледелии, селекции и рациональном хозяйствовании. – Минск: Несси, 2001. – 163 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Репозиторий БГАТУ

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Репозиторий БГАТУ

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Репозиторий БГАТУ

Учебное издание

Новиков Анатолий Васильевич, **Шило** Иван Николаевич,
Непарко Татьяна Анатольевна и др.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ТЕХНИКИ В ПРИМЕРАХ И ЗАДАЧАХ

Учебное пособие

Издание 2-е, переработанное и дополненное

Ответственный за выпуск *А. В. Новиков*
Редактор *В. Г. Ференц*
Компьютерная верстка *А. И. Стебуля*

Подписано в печать 6.07.2010 г. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 9,53. Уч.-изд. л. 6,0. Тираж 350 экз. Заказ 659.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».

ЛИ № 02330/0552841 от 14.04.2010.

ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.

Пр. Независимости, 99–2, 220023, Минск.